

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM



Ф. РАБИЗА
**КОСМОС
У ТЕБЯ
ДОМА**

Библиотечка пионера

Знай и умей

ИЗДАТЕЛЬСТВО
«ДЕТСКАЯ ЛИТЕРАТУРА»

БИБЛИОТЕЧКА ПИОНЕРА
«Знай и умей»

Ф. РАБИЗА

**Космос
У ТЕБЯ ДОМА**

МОСКВА
«ДЕТСКАЯ ЛИТЕРАТУРА»

• 1978

В книге Ф. Рабицы „Космос у тебя дома“ автор рассказывает о том, как можно дома из подручных материалов построить различные модели и приборы и проделать с ними интересные опыты. Эти опыты познакомят вас с некоторыми явлениями, которые происходят в космическом пространстве или связаны с освоением космоса.

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ ЛИТЕРАТУРА

*Рисунки Г. Соболевского
по эскизам автора*

Р $\frac{70803-255}{M101(03)78}$ 434—78

© ИЗДАТЕЛЬСТВО «ДЕТСКАЯ ЛИТЕРАТУРА», 1978 г.

От автора

Мы живем в эпоху освоения космического пространства. Первым человеком в мире, проложившим путь в космос, был Юрий Алексеевич Гагарин. Его полет на космическом корабле «Восток» 12 апреля 1961 года вошел в историю человечества как выдающееся событие.

Но еще до полета Гагарина весь мир восхищался первым искусственным спутником Земли, запущенным в Советском Союзе. А сейчас многочисленные спутники летают вокруг Земли, межпланетные автоматические станции посещают не только Луну, но и Марс и Венеру. И разве не поразительны достижения наших межпланетных автоматических станций «Венера-9» и «Венера-10», которые сообщили много новых сведений с поверхности загадочной планеты и передали на Землю ее панорамные фотографии!

А какую большую научную работу выполняют наши летчики-космонавты во время полетов на космических кораблях и долговременных орбитальных станциях!

Но завоевание космического пространства только начинается. Предстоит еще большая работа. И тот, кто захочет посвятить себя завоеванию космоса, должен уже теперь к этому готовиться.

Наши летчики-космонавты, конструкторы ракет, ученые, которые сейчас занимаются освоением космического пространства, образованные и высококультурные люди. Чтобы стать такими, как они, нужно много учиться, уметь проводить исследования и ставить эксперименты. «Космос у тебя дома» поможет вам самостоятельно проводить опыты. Конечно, в этой книге (идею подсказал автору писатель В. Д. Пекелис) речь пойдет не о на-

стоящем космосе. В ней рассказывается об опытах, связанных с явлениями, которые имеют отношение к космосу. Их вы можете поставить и дома и в школьном техническом кружке. Приведенные здесь опыты основаны на физических законах, которые вы изучаете в школе: вы найдете опыты с атмосферным давлением и вакуумом, с тепловыми явлениями, с инерцией и невесомостью; встретите очень простые опыты из области спектрального анализа; познакомитесь с принципами управления на расстоянии моделями планетоходов, с возвращением на Землю на парашюте «спускаемого аппарата» или его мягкой посадкой без парашюта. Даже сможете осуществить «космический маневр» — стыковку в воздухе двух коробчатых змеев.

Предлагаемая книга поможет вам проверить свои знания на практике и сделать первые шаги в изобретательстве. К простым моделям, которые рекомендуется построить, чертежи не даются. Автор хотел, чтобы вы сами проявили инициативу и использовали те материалы, которые у вас есть. Чтобы собрать нужные для опытов и будущих самоделок материалы, заведите дома ящик с коробочками или перегородками, в котором можно хранить подходящие детали и заготовки: болтики, винты, гайки, шайбы, разных размеров трубки, проволоку, катушки из-под ниток и киноплёнки, шарики от подшипников, детали от игрушек...

Условимся и о культуре в работе. Соблюдайте аккуратность: не разбрасывайте инструменты, убирайте после работы мусор. Никогда не пользуйтесь предметами домашнего обихода, если они могут быть испорчены. Когда вам что-либо понадобится для очередного опыта, спросите разрешение у хозяина нужной вам вещи.

Каждый опыт, который приводится в этой книге, автор проверил на практике. Но чтобы суметь выполнить любой описанный здесь эксперимент, надо проявить настойчивость и аккуратность в работе.

Возможно, что во время работы у вас возникнут затруднения — не стесняйтесь обращаться за помощью и советом к учителям, родителям, знакомым. Столярные, слесарные и многие другие навыки вы приобретете в процессе работы, и тогда сами сможете поделиться своим опытом с товарищами.

Желаю вам успеха, друзья!

ОПЫТЫ С АТМОСФЕРОЙ И ПУСТОТОЙ

Два непримиримых врага

Когда мы говорим о космосе, нам представляется холодное безвоздушное пространство, которое начинается за пределами земной атмосферы. Мертвое пространство. Раз нет воздуха, нет и жизни.

На Земле в природных условиях пустота не существует. Земная природа не терпит пустоты. Малейшее разрежение в атмосфере мгновенно заполняется окружающим воздухом. А если дело происходит под землей, например, сдвигаются колоссальные пласты земли во время вулканической деятельности и образуются пустоты — огромные пещеры, то они немедленно заполняются водой или нефтью, либо газом или воздухом, а иногда — расплавленной лавой.

И в мировом космическом пространстве нет идеальной пустоты, идеального вакуума. Там содержится и очень разреженный газ, и очень мелкие частички космической пыли, но в слишком ничтожном количестве.

Люди не сразу поняли, что воздух имеет вес. Долго его считали невесомым. На поверхности Земли вес воздуха довольно значителен. Воздух давит на все с силой примерно одного килограмма на один квадратный сантиметр. Это давление называется атмосферным. Мы с вами его легко переносим, даже не замечаем, потому что давление, которое существует внутри нас, уравновешивает давление наружное. В естественных условиях вакуум не встретишь. А за пределами Земли, за пределами ее атмосферы, в космосе вакуум могуч и коварен. От него приходится тщательно оберегать крошечную атмосферу космического корабля, делая корабль герме-

тичным. Все люки его должны плотно закрываться. Малейшая щель, малейшая оплошность — и весь воздух из корабля может улетучиться в ненасытное космическое пространство.

Для выхода из корабля в открытый космос космонавт надевает, как вы знаете, скафандр и обеспечивает себя воздухом для дыхания. Сначала космонавт через люк входит в шлюзовой отсек. Люк тщательно закрывается. Открывается второй, наружный люк, при этом небольшое количество воздуха, которое было в отсеке, стремительно вылетает в мировое пространство. Космонавт выходит наружу.

И вот возникает вопрос: как же удерживается воздух вокруг Земли, почему он не рассеялся в необъятных просторах космоса?

Здесь надо сказать спасибо земному притяжению. Земное притяжение крепко держит на Земле не только нас с вами и все, что на ней находится, но и воздух. Чем ближе к поверхности Земли, тем плотнее ее атмосфера. А на высоте ста километров она очень разреженная, и эту высоту считают границей, за которой и начинается космос.

У планет меньших, чем Земля, сила притяжения слабее, и поэтому на них атмосфера либо совсем отсутствует, либо сильно разреженная.

Несмотря на «вредность» вакуума, он оказывается иногда очень полезным и нужным. Есть такие отрасли промышленности, где без вакуума не обойтись, и его приходится создавать искусственно. Правда, полного вакуума достичь не удастся, даже не удастся достичь космического вакуума, но все же воздушные насосы способны выкачивать воздух с очень высокой степенью разрежения, вполне достаточной для различных технических целей. А цели разные. Применяется вакуум и в металлургии для получения высоких сортов металла, и в литейном деле, и во многих других отраслях промышленности. Электронные лампы и телевизионные трубки не могли бы работать, если бы из них не удалили воздух.

Да и космический вакуум приносит пользу. Космические корабли летят в безвоздушном пространстве свободно, не испытывая никакого сопротивления. И астрономы всей Земли мечтают об обсерваториях, построенных за пределами земной атмосферы, где воздух не

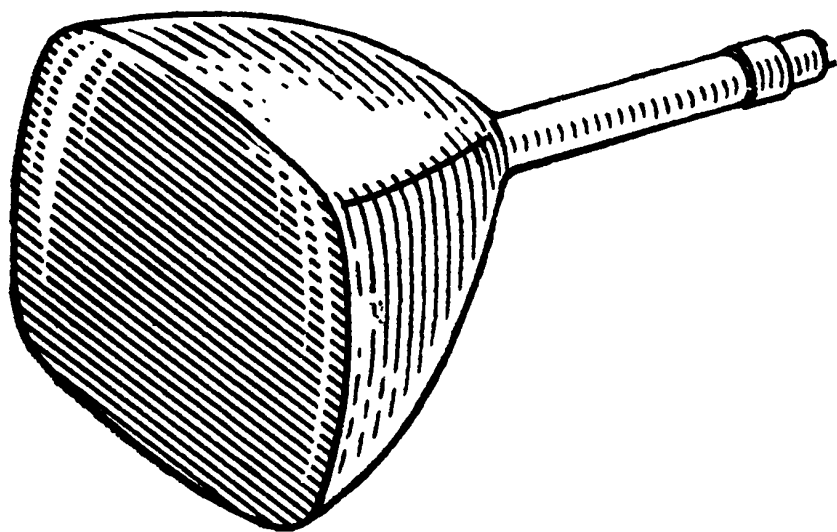
будет мешать наблюдениям небесных тел. Уже и сейчас некоторые астрономические наблюдения успешно производятся с космических орбитальных станций.

Вакуум дома

Дома у вас наверняка есть приборы, в которых заперт, «законсервирован», вакуум.

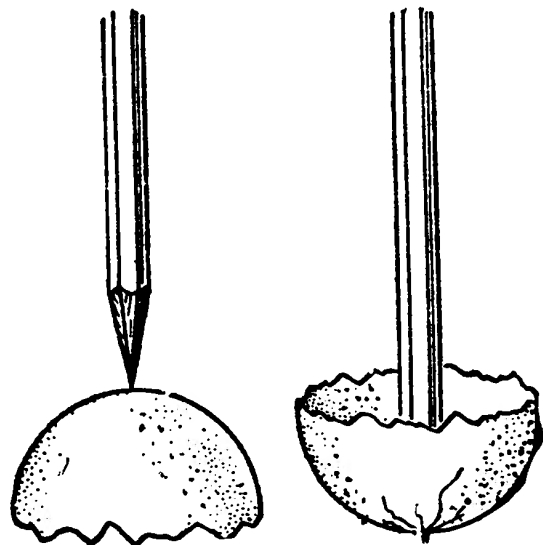
В ламповом приемнике и телевизоре находится много электронных ламп, из которых выкачан воздух

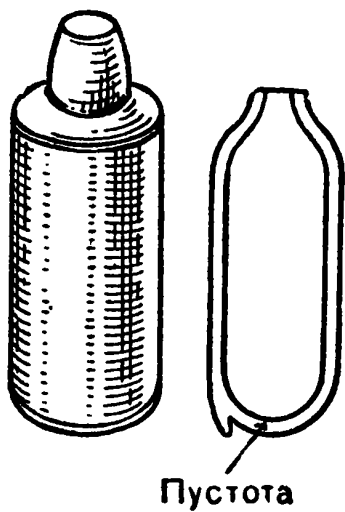
Электроны, вылетая с раскаленного катода лампы, должны попасть на анод, не встретив на своем пути никаких препятствий. А это возможно только при очень большом разрежении воздуха. То же самое происходит и в телевизионной трубке. Элект-



троны должны попасть на экран трубки и нарисовать на нем то изображение, которое мы и видим во время телевизионной передачи. Для этого электроны должны лететь внутри трубки, не испытывая никаких помех. И сделана телевизионная трубка со стороны экрана выпуклой неспроста. Выпуклая поверхность легче выдерживает давление атмосферы, а оно довольно велико. Если рабочая поверхность трубки имеет 730 квадратных сантиметров, то воздух на стекло давит с силой около 730 килограмм. Это почти три четверти тонны, выпуклая поверхность способна выдержать такую нагрузку.

Своды арок делают дугообразные, потому что строительные материалы легче выдерживают сжатие, чем растяжение. Да и не только строительные





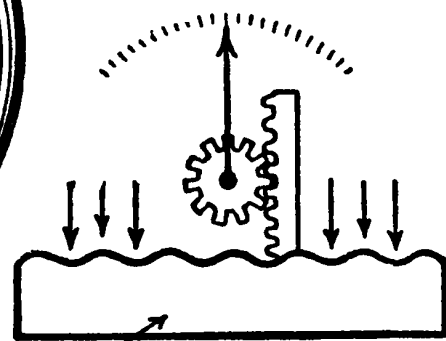
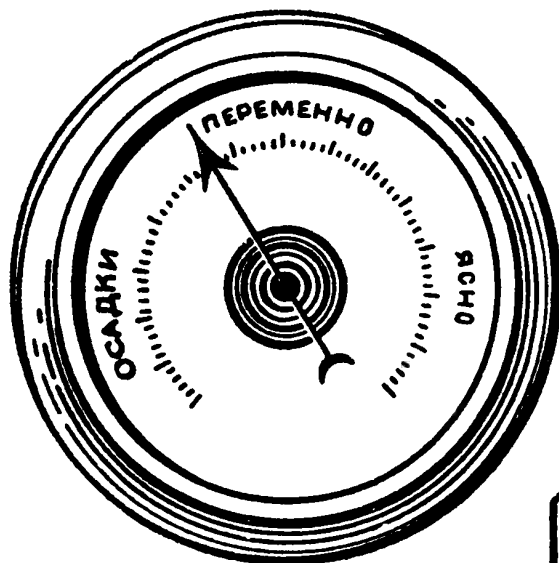
материалы. Возьмем куриное яйцо. Курица, высиживая яйца, никогда не раздавит их, а слабенький цыпленок легко разбивает яйцо изнутри, когда приходит время выбираться наружу. Вы можете убедиться, что разбить скорлупу яйца изнутри гораздо легче, чем снаружи. Для этого постучите по скорлупе не очень остро заточенным карандашом сначала снаружи, а потом изнутри.

Дома у вас может оказаться еще один прибор, основанный на применении вакуума, — термос.

В научных лабораториях широко применяют сосуды Дьюара для хранения жидкого воздуха или других жидких газов. Жидкие газы и воздух имеют очень низкую температуру, и без такого специального сосуда они моментально испарились бы, превратились снова в газ.

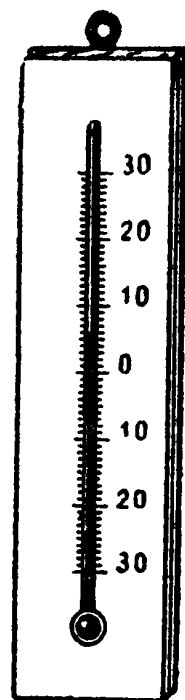
Сосуды Дьюара имеют двойные стенки, посеребренные изнутри. Между стенками удален воздух. Благодаря безвоздушному пространству теплота от внутренней стенки к наружной или от наружной к внутренней не передается. Посеребрены стенки тоже не зря: тепловые лучи, отражаясь, не нагревают стекла. Такие сосуды сохраняют холодное от нагревания, а горячее от охлаждения. Поэтому в термосе, который и есть не что иное, как сосуд Дьюара, можно довольно долго хранить горячий чай, кофе.

В Гидрометцентре СССР можно встретить ртутные барометры для измерения атмосферного давления. Но



Пустота

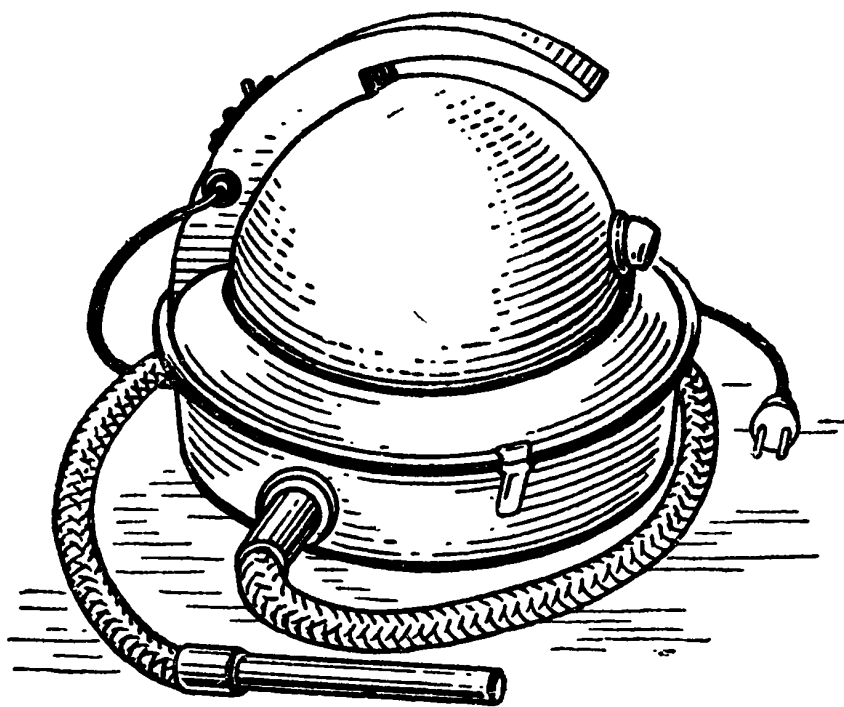
выпускаются барометры и металлические. Называются они anerоидами. Они устроены очень просто: металлическая коробочка с пружинящей волнистой крышкой, из коробочки удален воздух, несложный механизм соединяет крышку со стрелкой. Шкала градуирована в миллиметрах ртутного столба. Все колебания атмосферного давления, связанные с изменениями погоды, передаются на крышку. Она или вдавливается, или, стараясь выпрямиться, отходит в прежнее положение, а стрелка показывает, какое атмосферное давление сейчас, при данной погоде.



Барометра у вас дома может и не быть, но термометр уж есть наверняка. В термометре в тоненьком канальце, в котором поднимается или опускается ртуть или подкрашенный спирт, воздух отсутствует. Иначе бы он мешал движению жидкости, заполняющей баллончик прибора.

Когда становится тепло и шарик термометра нагревается, ртуть или спирт расширяются, и столбик жидкости поднимается. При охлаждении он опускается.

Сейчас для уборки помещений большое распространение получил пылесос. Его мощный вентилятор создает сильное разрежение и высасывает воздух вместе с пылью из всего, где она находится.



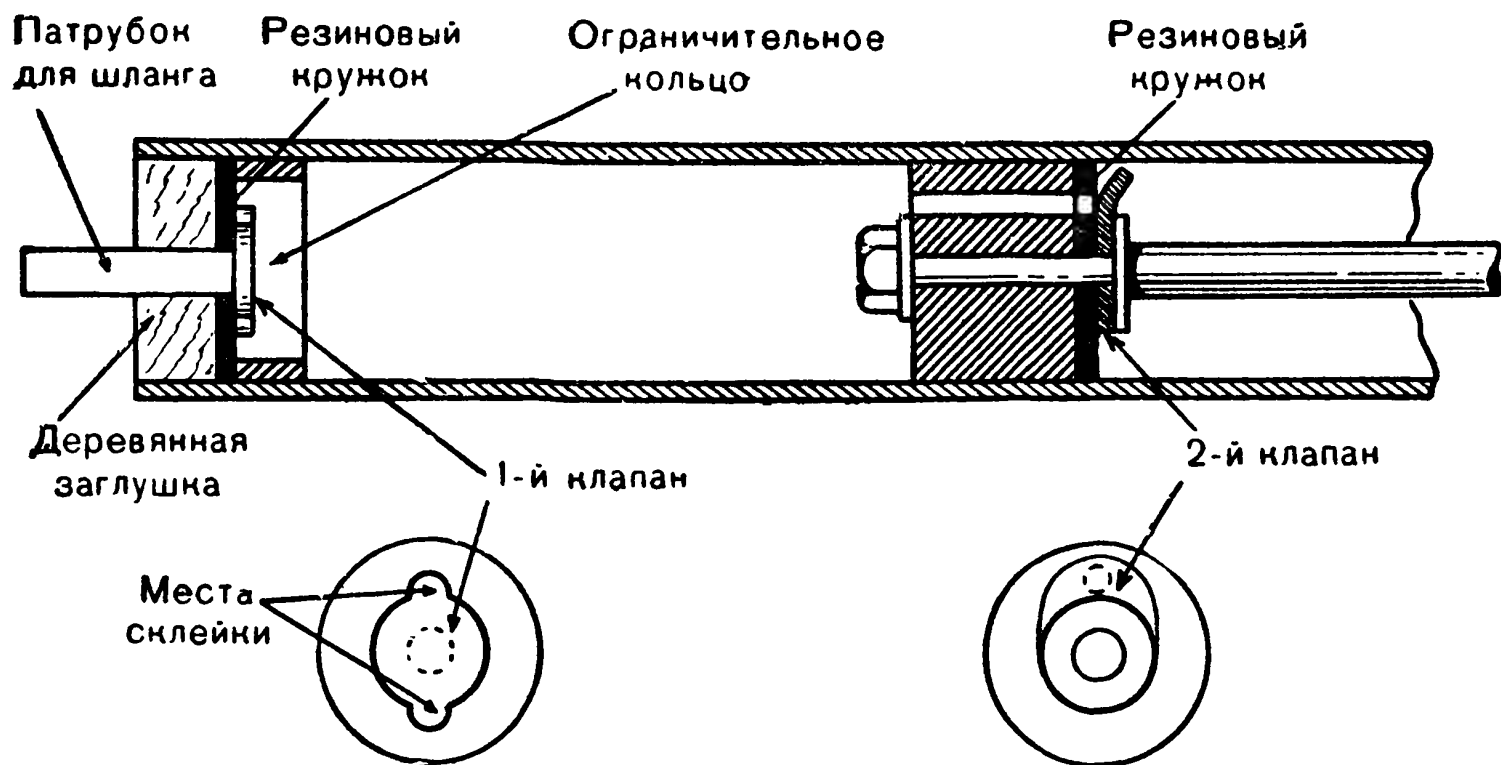
Оборудование для опытов

Прежде чем приступить к опытам, в которых объектом наших исследований будет атмосферное давление и вакуум (правда, настоящего вакуума мы с вами в домашних условиях никогда не достигнем, поэтому более скромно будем говорить о разреженном пространстве), мы должны обзавестись кое-какими приборами и оборудованием.

Для опытов нам понадобятся: тонкостенный стакан, стеклянная пластинка (например, ненужный негатив размером 9×12 или просто кусочек стекла, чтобы накрыть стакан), несколько стеклянных банок разных размеров, маленький пузырек, две резиновые трубки — одна потолще, другая тоненькая, оболочка от воздушного шарика и воздушный насос. Насос придется сделать.

В дальнейшем вы сами увидите, что еще необходимо для опытов. Например, полиэтиленовая крышка, нитки, пластилин, пробки, пустой стержень от шариковой ручки и тому подобное.

Все перечисленное вы легко найдете, а вот с изготовлением насоса дело обстоит сложнее. Чтобы сделать хороший насос, надо приложить много старания. Зато с хорошим насосом можно будет проделать много интересных опытов.



Итак, начнем с изготовления насоса. Принцип работы насоса очень простой. Воздушный насос изобрел в XVII столетии магдебургский бургомистр Отто Герике. Он доказал на эффектном опыте могущество атмосферного давления. Составленный из двух медных половинок шар диаметром 37 сантиметров не могли разъединить несколько лошадей, после того как из этого шара был выкачан воздух. А когда все-таки полушария разъединились, раздался звук, похожий на выстрел.

Воздушный насос, который мы с вами будем делать, изображен на рисунке. Он должен иметь два клапана, которые, поочередно открываясь и закрываясь, помогают, когда мы действуем поршнем, удалять воздух из резервуара, к которому присоединен насос.

Размеры насоса будут зависеть от того, какие материалы вы для него достанете.

Прежде всего надо найти латунную, медную или стальную трубку диаметром приблизительно 3—5 сантиметров, длиной не больше 0,5 метра. Внутренние стенки трубки должны быть совершенно гладкие. В один конец трубки мы вставим поршень, а у другого конца нужно сделать заглушку со вставленным в нее небольшим патрубком, на который будет надеваться резиновая трубка — шланг. Заглушку, до того как вы ее укрепите на месте, нужно снабдить с внутренней стороны клапаном. Для этого вырежьте по размеру заглушки резиновый кружок с маленьким отверстием в центре. Приклейте к нему резиновым клеем лепесток, вырезанный из тонкой резины (например, от старой камеры велосипеда или волейбольного мяча). Если заглушка будет навинчиваться на конец трубки на резьбе, то все решается очень просто. Резиновый кружочек приставляется к концу трубки и прижимается колпачком заглушки. В другом случае можно сделать деревянную пробку, приклеить к ней изнутри резиновый кружок с клапаном и плотно вставить в трубку насоса. Лепесток клапана нужно приклеить к резиновому кружку в двух местах по концам его диаметра. Когда воздух давит на лепесток сверху, лепесток прижимается к отверстию, плотно его закрывая. Когда воздух идет из самого отверстия, он проходит через щели между лепестком и резиновым кружком, к которому лепесток в двух местах приклеен.

Поршень нужно сделать так: вырежьте из толстой

подошвы старого ненужного ботинка несколько кружков такого же диаметра, как внутренний диаметр трубки, сложите их стопочкой, чтобы получился цилиндр высотой 2—2,5 сантиметра. В середине этого цилиндрика пробейте сквозное отверстие и в него вставьте стержень или трубку длиной на 10—15 сантиметров больше, чем трубка насоса. Хорошо бы на конце стержня или тонкой трубки нарезать резьбу и зажать изготовленный поршень, надетый на стержень между двумя шайбами, гайкой. Если такой возможности нет, то придется зажать поршень между двумя шайбочками, закрепив их либо шпильками, вставленными в просверленные в стержне отверстия, либо припаяв шайбочки к стержню.

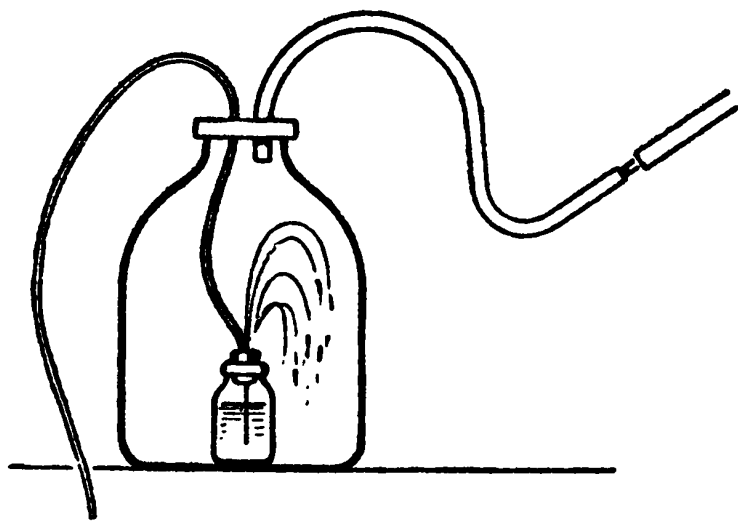
Сбоку стержня, параллельно ему, в поршне просверлите отверстие диаметром в несколько миллиметров и вставьте в него тонкую медную трубочку такой же длины, как и сам поршень. Чтобы трубочка не выпадала, ее концы надо немного развальцевать, расширить гвоздем. Сверху поршня со стороны стержня, на котором он укреплен, приклейте такой же резиновый кружок, какой вы наклеили на деревянную пробку, вставленную в конец толстой трубки. В резиновом кружке нужно сделать небольшое отверстие, и при наклеивании кружка на поршень это отверстие должно совпадать с отверстием медной трубочки. Приклейте резиновым клеем около отверстия лепесток, вырезанный из тонкой резины, так, чтобы один край его мог отгибаться, приоткрывая отверстие. Это мы с вами снабдили наш насос вторым клапаном. Если все сделано аккуратно, то когда клапаны закрыты, через них воздух проходить не должен. А открываться они будут сами, когда струя воздуха давит на лепесток клапана с обратной стороны.

Теперь нужно с помощью напильника и наждачной бумаги подогнать поршень под диаметр трубки, чтобы он плотно в нее входил; затем вставьте поршень в трубку, приделайте к наружному концу стержня ручку. Приделайте к трубке корпуса насоса ограничитель, чтобы он не давал возможности поршню выскочить из корпуса, наденьте плотно на патрубок резиновую трубку-шланг, и можно считать, что насос готов. При выдвижении поршня палец, приставленный к шлангу насоса, будет присасываться, а при вдвигании поршня в корпус насос должен не нагнетать и не выкачивать воздух.

Фонтан в банке

Теперь приступим к опытам, для которых понадобится изготовленный вами насос.

Возьмите маленький стеклянный пузырек, наполните его подкрашенной акварелью водой и плотно закупорьте пробкой. Предварительно вставьте в пробку пустой стержень от шариковой ручки, вынув из него плоскогубцами втулку, в которой находится шарик. Рядом в пробке сделайте отверстие и вставьте в него тонкую длинную резиновую трубку (например, трубку для велосипедных ниппелей).

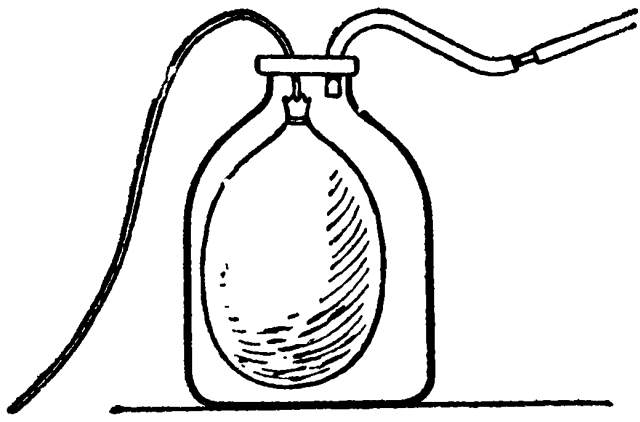


Стержень от шариковой ручки должен доходить до самого дна пузырька. А резиновая трубка должна доходить только до поверхности воды. Наружный короткий конец стержня оплавьте на спичке и кончик проколите иголкой, чтобы получилось очень маленькое отверстие. Поставьте пузырек на дно трехлитровой стеклянной банки. Плотно закройте банку полиэтиленовой крышкой, пропустив наружу через маленькое отверстие в ней длинный конец тонкой резиновой трубки. В центре крышки сделайте еще одно отверстие и в него вставьте более толстую резиновую трубку. Места на крышке, где выходят две трубки, залепите пластином. Прибор готов. Присоедините к толстой трубке в крышке банки шланг воздушного насоса и начните качать.

В банке создается разрежение воздуха, наружная атмосфера через тонкую резиновую трубку давит на воду, и из стержня начинает бить тонкая цветная струйка фонтана.

Пустота надувает шарик

А сейчас будем надувать воздушный шарик несколько необычным способом. Мы не будем с силой вдвигать в его резиновую оболочку воздух, как это делается обыч-



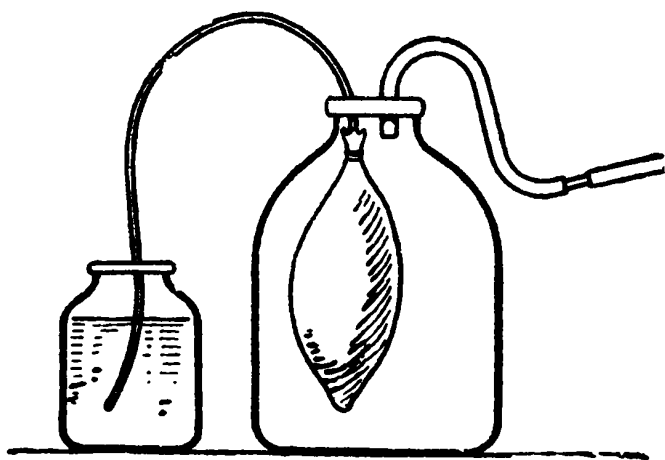
но, когда хотят надуть шарик. Поступим иначе. Мы удалим воздух вокруг него, а наружный, атмосферный воздух сам войдет в его оболочку и раздует ее.

Возьмите ту же банку, которой вы пользовались в предыдущем опыте, ополосните ее и вытрите насухо. Пузырек удалите, а вместо него с помощью нитки присоедините к тоненькой трубке оболочку воздушного шарика. Закройте плотно банку крышкой и вытяните тонкую трубку так, чтобы оболочка висела внутри под самой ее крышкой. Начните быстро работать насосом. По мере удаления воздуха из банки шарик будет раздуваться и быстро заполнит всю внутренность сосуда.

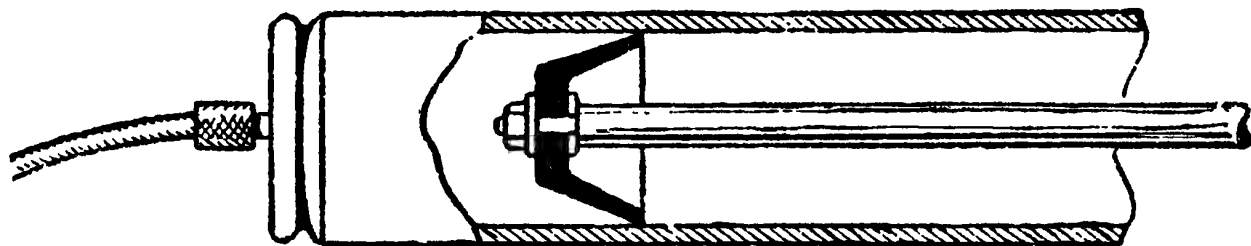
Как видите, шарик надут, хотя вы до него даже не дотронулись. Кстати, заполнивший внутренность банки шар вам наглядно показывает, что именно такое количество воздуха вы удалили из банки.

Шарик меняет название

Когда шарик хорошо раздуется, опустите наружный конец тонкой трубки в поставленную рядом банку с водой и перестаньте выкачивать воздух. Зажмите пальцами толстую резиновую трубку и, отсоединив насос, потихоньку впускайте в банку воздух. Воздух из шарика с бульканьем будет выходить наружу. Когда он почти весь выйдет, присоедините к толстой трубке насос и начните снова выкачивать воздух из банки. Теперь резиновая оболочка шарика начнет наполняться водой.



Атмосферное давление вгоняет в нее воду, превращая шарик из воздушного в водяной. Попробуйте наполнить шарик как можно большим количеством воды, и, если его оболочка выдержит, объем налитой воды будет соответствовать объему удаленного воздуха.



Если вы еще не сделали воздушный насос (он понадобится для многих опытов по физике), а у вас есть велосипедный насос, то для только что описанных опытов можно будет использовать и его после небольшого переоборудования. Для этого надо вынуть поршень, отвинтить гаечку на конце поршневого штока, снять резиновый поршень и, переставив его наоборот, завинтить гайку (см. рисунок). Теперь насос будет не накачивать, а выкачивать воздух. Но действовать им надо очень энергично, чтобы воздух не успевал проникать в разреженное пространство через неплотности поршня.

Для того чтобы проверить, как работает велосипедный насос в новой роли, создает ли он нужное нам разрежение воздуха, воспользуйтесь небольшим приспособлением.

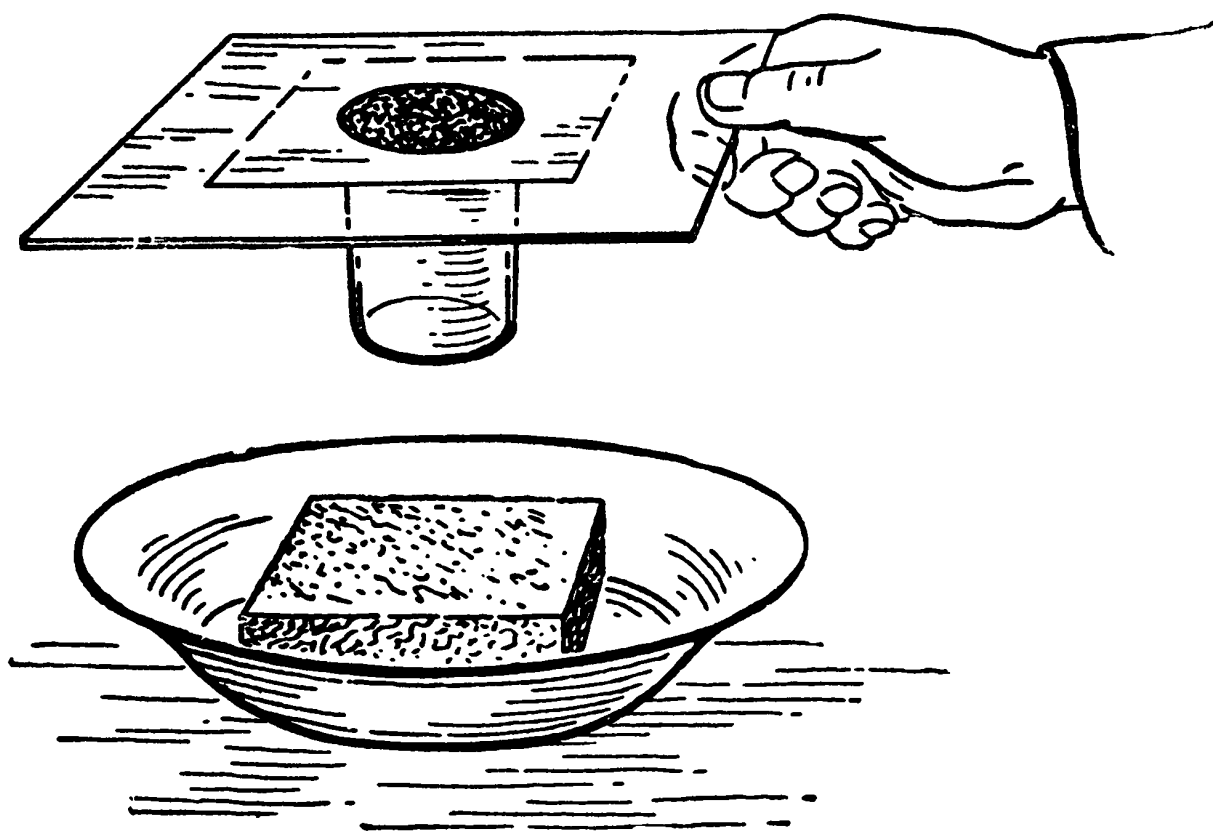
Возьмите воронку, сейчас их обычно делают из пластмассы, узкий ее конец присоедините к шлангу насоса, а широкую сторону затяните оболочкой от воздушного шарика. Натянув резиновую пленку, закрепите ее, чтобы она держалась плотно в натянутом состоянии. Начните работать насосом. Если резина втянется в воронку и останется в таком положении, пока вы действуете насосом, значит, все в порядке. Если резиновая пленка то втягивается, то выпрямляется, когда вы вдвигаете поршень, значит, насос где-то пропускает воздух. Это может происходить и через поршень и через места соединения шланга.

Но если резина раздувается в обе стороны, когда вы работаете насосом, это уже никуда не годится. В этом случае насос и откачивает и нагнетает воздух. Тогда его надо разобрать, увеличить диаметр поршневой резины или кожи, отогнув ее края наружу, и смазать поршень автолом, солидолом или вазелином.

Вакуум-насос из промокашки

Вам, наверное, хорошо известен опыт, когда наполненный водой стакан накрывается листком обыкновенной бумаги, бумага прижимается ладонью к стакану, стакан переворачивается вверх дном, ладонь отнимается, а вода и не думает выливаться. Когда вам кто-нибудь из взрослых показывал этот опыт, скорее похожий на фокус, то, наверное, объяснял, что атмосферное давление не дает воде вылиться.

Этот опыт можно усовершенствовать, создав в стакане дополнительное разрежение воздуха. Налейте в тонкостенный стакан до самого края воду, накройте его промокательной бумагой или хорошо впитывающей воду бумажной салфеткой. Сверху положите стеклянную пластинку и аккуратно переверните стакан вверх дном. Как только вода немного впитается в бумагу, снова переверните накрытый стакан и поставьте его на всякий случай в тазик, на дно которого предварительно положите что-нибудь мягкое — тряпочку или губку. Осторожно, без перекоса приподнимите стеклянную пластинку. Стакан поднимется вместе с ней. При впитывании воды в промокашку в стакане образовалось разреженное пространство, а наружное давление с силой прижало пластинку к стакану. Теперь к весу воды прибавился и вес самого стакана. И чтобы оторвать стеклянную пластинку, понадобится некоторое усилие.



Разрежение — остыванием

Если в предыдущем опыте разрежение в стакане достигалось за счет удаления воды из герметически закрытого для воздуха стакана, то сейчас мы сделаем опыт, где разрежение происходит за счет охлаждения воздуха.

Возьмите две глубокие тарелки, в одну налейте холодную воду, в другую — теплую. На поверхность воды в тарелках положите по одной пробке. Пробку, которая плавает на холодной воде, накройте перевернутым стаканом. Воздух в стакане сожмется и вытеснит воду. Вода останется в таком небольшом количестве, что пробка уже не будет плавать, а опустится на дно тарелки. Перед вами маленькая модель водолазного колокола. Настоящий водолазный колокол в виде стального ящика без дна или цилиндра, открытого с одного конца, опускается на дно реки или другого водоема, в котором нужно произвести какие-то работы. Воздух внутри сжимается и не впускает туда воду. В колоколе могут находиться рабочие. Воздух для дыхания подается в колокол под давлением. Более совершенные устройства для подводных работ называются кессонами.

Возьмите второй стакан, хорошо его прогрейте сначала теплой водой, а затем кипятком и быстро накройте им пробку, которая плавает на теплой воде во второй тарелке (теплая вода здесь нужна для того, чтобы горячий стакан при опускании в воду не лопнул). Сначала пробка опустится вместе с водой, а затем, по мере остывания стакана и, конечно, воздуха внутри него, вода с плавающей на ней пробкой будет подниматься, и при полном охлаждении стакана ее уровень станет выше воды в тарелке.

Нагретый воздух, охладившись, уменьшился в объеме. В стакане давление понизилось, и наружное атмосферное давление вогнало в стакан воду.



Воздух побеждает железо

Это очень известный опыт. Он описывается во всех учебниках физики, но выполнить его по этим описаниям в домашних условиях невозможно — надо иметь специальную банку, да и она придет в негодность после первого же опыта.

Инженер Е. И. Орлов, автор многих интересных опытов по физике, предложил простую и удобную постановку этого опыта дома.

Для удачного выполнения его от вас потребуются умение быстро и хорошо произвести пайку. Если вы сами еще не умеете паять, пусть кто-нибудь вам поможет.

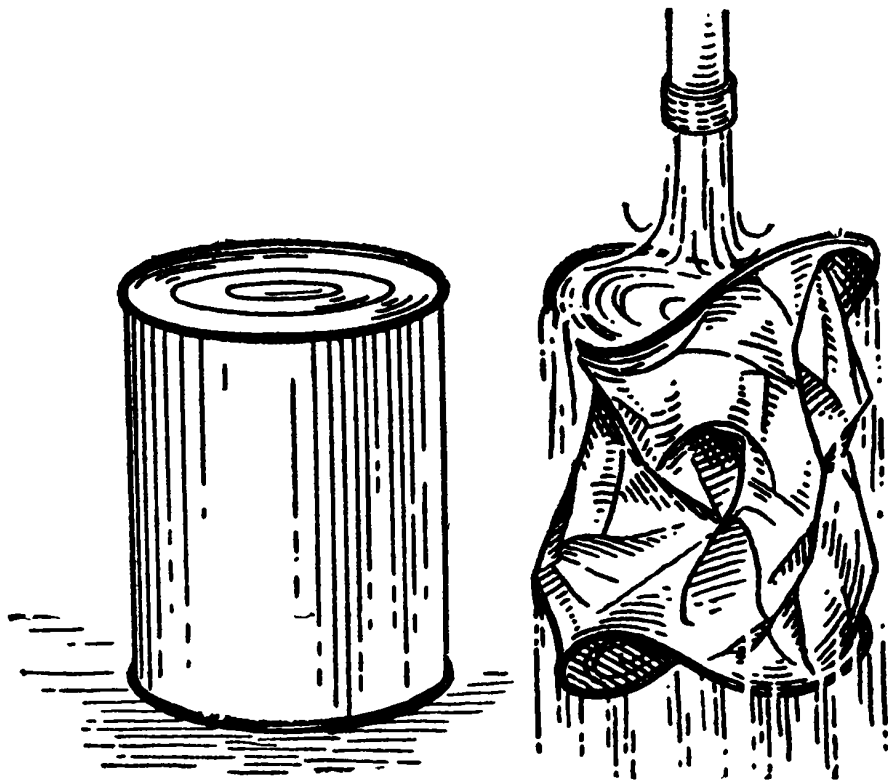
Приобретите жестяную банку с фруктовым соком. Банка должна быть большая — емкостью не меньше 0,8 литра. Гвоздем надо пробить в крышке с краю небольшое отверстие. Напротив, тоже с краю, нужно пробить еще одно такое же отверстие. Теперь можно будет легко вылить содержимое банки в какую-нибудь посуду (сначала перевернутую банку хорошо потрясите, а потом сок потечет сам). Если у вас банка не с соком, а с компотом, то вместо второго маленького отверстия в крышке надо вырезать отверстие, через которое можно удалить из банки фрукты. После этого банку надо вымыть, залить на одну четверть водой и наложить на большое отверстие заплату из жести, тщательно пропаяв края заплаты оловом.

Если же банка из-под сока, то после заполнения ее на одну четверть водой одно маленькое отверстие в крышке запаяйте.

Банку с налитой в нее водой поставьте на огонь. Вода скоро закипит, и пар будет стремительно вылетать из оставленного отверстия. Пусть вода хорошо покипит несколько минут, чтобы из банки удалился весь воздух, а пространство над водой было бы заполнено только паром.

Приспособления для пайки должны быть наготове и находиться под рукой. Быстро снимите банку с огня и запаяйте отверстие. От тщательности и быстроты пайки зависит успех опыта.

Поставьте банку под струю холодной воды. На ваших глазах жестяная банка сомнется так, как будто кто-то сжал ее могучими невидимыми руками.



Что же произошло? Как уже говорилось, воздух из банки был вытеснен паром, пар под действием холодной воды сконденсировался, превратился в воду, и над ее поверхностью образовался вакуум. Банка, довольно прочная для хранения небольшого количества фруктового сока, совсем не была рассчитана на то, чтобы из нее удаляли воздух и подвергали действию могучего атмосферного давления.

Если во время опыта вы услышите свист или шипение — это значит, пайка неудачная. Надо распаять только что запаянное отверстие, прочистить его и снова поставить банку на огонь и повторить все, что было сделано раньше.

Модель шлюза для выхода в космос

Принцип устройства шлюза для выхода космонавта из корабля в открытый космос такой же, как и у шлюзовой системы, через которую проходят суда, когда им нужно обойти плотину гидроэлектростанции или перейти из одной реки в другую. Только масштабы другие и в одном случае приходится иметь дело с воздухом, а в другом — с водой.

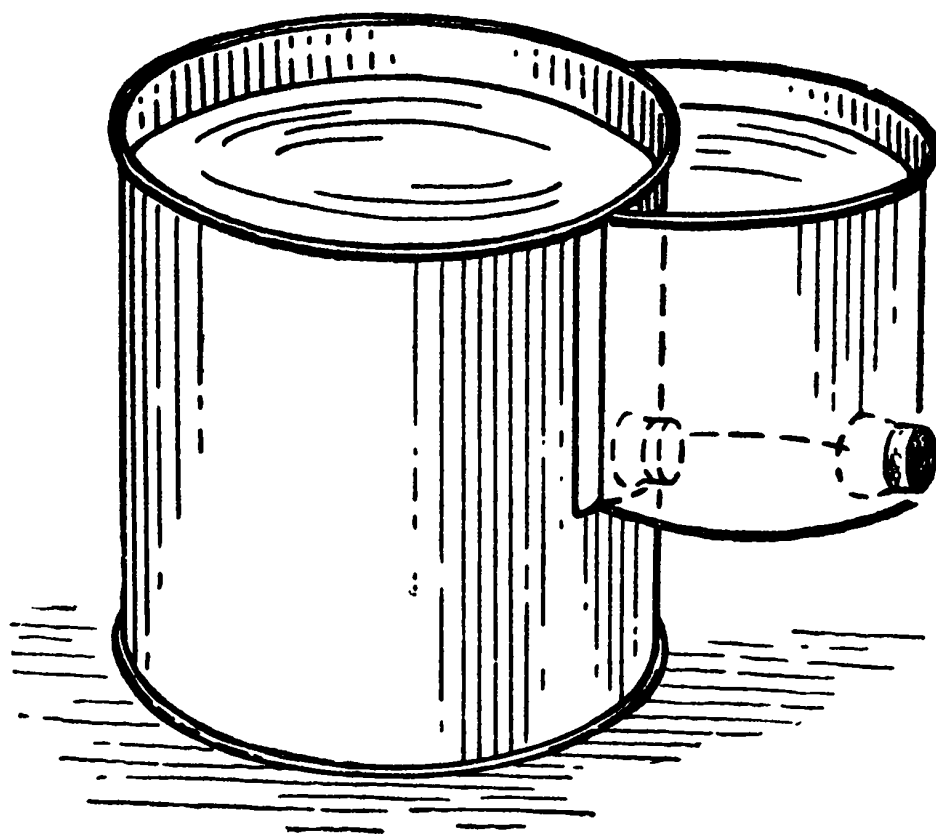
Сделайте небольшую модель действующей шлюзовой камеры, где воздух условно будет заменен водой. Модель ни в коем случае не претендует на сходство с теми уст-

ройствами, которые применяются на космических кораблях. Цель нашей модели — познакомиться с принципом работы шлюзового отсека космического корабля.

Большая жестяная открытая банка из-под консервов будет нашим «космическим кораблем» в поперечном разрезе.

Внизу сбоку прорежьте ровное круглое отверстие диаметром в два сантиметра, а снаружи банки против вырезанного отверстия нужно будет припаять консервную банку размером поменьше (например, от сгущенного молока) со сделанным в ней вырезом. Она будет играть роль шлюзовой камеры. Вырез надо выполнить очень аккуратно, особенно в дне. Дугообразный вырез в дне должен плотно охватывать цилиндрическую поверхность большой банки. В «шлюзовой камере» против отверстия в стенке, на которой она будет припаяна, вырежьте такое же отверстие и на том же уровне. Для лучшего соединения «шлюзовой камеры» с корпусом «корабля» у ее вертикальных стенок нужно отогнуть жечь в виде полосок шириной в пять миллиметров. Отогнутые полоски должны, охватывая стенку большой банки, плотно к ней прижиматься. Прикрепите временно проволокой нашу «шлюзовую камеру» к корпусу «корабля» и оловом пропаяйте все места соединений.

Наша маленькая модель космического корабля в раз-



резе готова. В прорезанные отверстия вставьте изнутри бутылочные пробки, предварительно обрезав их и тщательно подогнав, чтобы они плотно закрывали отверстия и не пропускали воду.

Когда все будет готово, налейте в модель корабля и в его шлюзовой отсек воду, чтобы она перекрывала отверстия со вставленными в них пробками. Вырежьте из дерева фигурку космонавта в скафандре и с воздушным баллоном на спине, привяжите к нему нитку, закрепив ее второй конец внутри «корабля», и положите «космонавта» на воду. Он будет плавать на ней, как бы находясь в состоянии невесомости. Затем выньте изнутри пробку, введите в «шлюзовую камеру» фигурку на нитке и закройте отверстие пробкой (нитка не мешает), откройте изнутри второе, наружное отверстие. Вода из «шлюзовой камеры» выльется. Выпустите фигурку наружу в «открытый космос», а пробку вставьте на место. Вход в «корабль» сделайте в обратном порядке. Откройте наружное отверстие, введите в «камеру» фигурку «космонавта», закройте пробкой наружное отверстие, налейте из стакана воду в «шлюзовую камеру», этим вы как бы создали в камере нормальное атмосферное давление. Затем откройте внутреннее отверстие и впустите «космонавта» внутрь «корабля». Отверстие закройте.

Конечно, при настоящем выходе космонавтов в открытый космос все происходит гораздо сложнее. Но мы воспользовались водой вместо воздуха, чтобы проследить наглядно за этой операцией.

У настоящих шлюзовых камер герметически закрывающиеся люки приводятся в действие (когда их надо открыть или закрыть) электрическим приводом, но предусмотрена возможность их открывания и закрывания вручную.

18 марта 1965 года человек впервые вышел в открытый космос. Это сделал советский летчик-космонавт Алексей Архипович Леонов. Выйдя наружу из шлюзовой камеры космического корабля «Восход-2», он удалился от выходного люка на расстояние до пяти метров и пробыл в открытом космосе двенадцать минут. Его героический эксперимент, как и подвиг Ю. А. Гагарина, вошел в летопись космической эры и считается выдающимся событием в истории завоевания космоса.

ОПЫТЫ С НЕВЕСОМОСТЬЮ

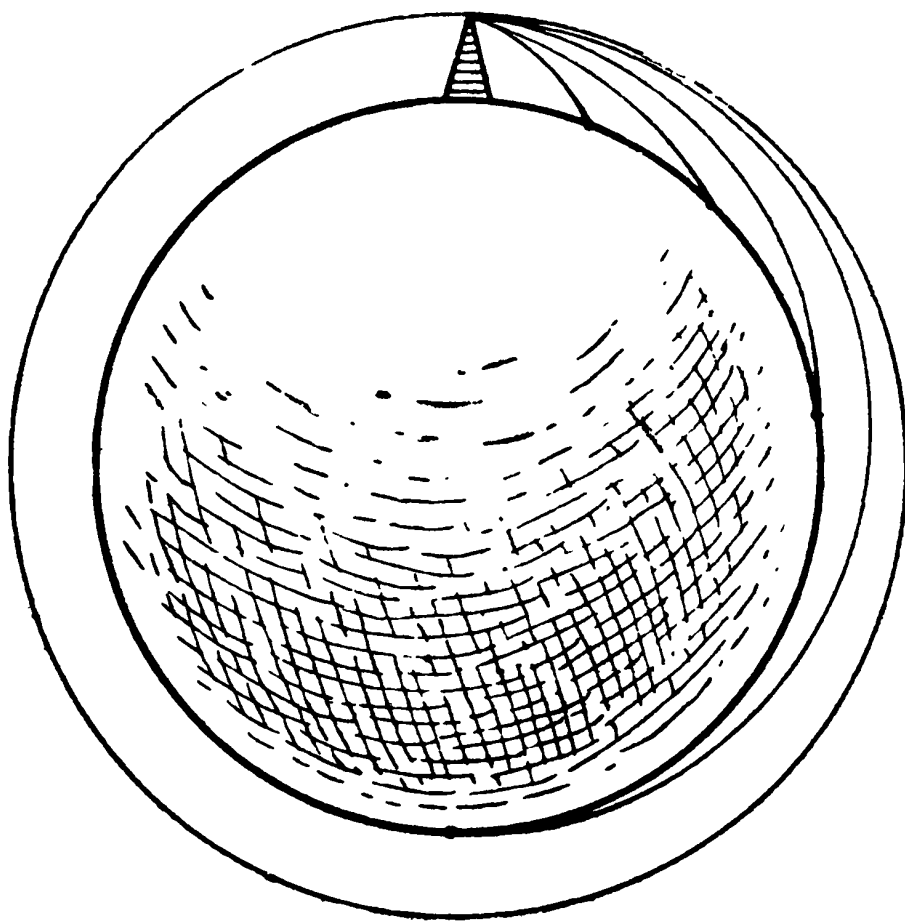
Осуществленная идея

О возможности создать искусственный спутник Земли высказался еще триста лет назад великий физик Исаак Ньютон.

Он доказал, что если вокруг Земли запустить «физическое тело» с достаточно большой скоростью и если это будет происходить в безвоздушном пространстве, то оно никогда не упадет на Землю и будет кружиться вокруг нее.

Бросьте несколько раз камень, и вы увидите, что чем сильнее вы его бросили, то есть чем большую скорость вы ему сообщили, тем дальше он полетит. Падает же он на землю благодаря земному притяжению.

Но если камню придать первую космическую скорость, примерно 7,9 километра в секунду, и сделать это в безвоздушном пространстве, в космосе, чтобы и атмосфера не мешала движению камня, то он уже не упадет на Землю. Он все время будет вращаться вокруг Земли. Это вращение вокруг Земли, по сути дела, тоже падение, но только оно происходит на такой большой скорости, что хотя Земля и притягивает камень к себе, его скорость не позволяет ему упасть.



Сейчас наши искусственные спутники, запущенные с первой космической скоростью, летают в околоземном космическом пространстве. Они выполняют самые разнообразные метеорологические и другие научные наблюдения и сообщают результаты этих наблюдений на Землю. Кроме этого, на искусственных спутниках устанавливают специальную аппаратуру, которая помогает передавать на большие расстояния телевизионную и радиопередачи.

То, что здесь говорилось о движении спутников, конечно, относится и к движению космических кораблей и орбитальных станций, запущенных вокруг Земли. Размеры у них значительно крупнее, да и назначение несколько другое. И приспособлены они для полета людей, которые ведут такие наблюдения и ставят такие эксперименты, которые автоматам не под силу.

Все, что находится на космических кораблях, космических орбитальных станциях и искусственных спутниках Земли, испытывает состояние невесомости, то есть такое состояние, когда предметы не давят на опоры.

В этой главе вы познакомитесь с невесомостью. Но не на себе. Дома такой опыт поставить нельзя. Проведем несколько опытов, которые дадут представление о том, как пропадает вес и как ведут себя некоторые тела, например жидкости, при невесомости. Сначала вы познакомитесь с явлением частичной потери веса, а затем будете наблюдать и полную невесомость.

Но прежде чем приступить к основным опытам, проведем ряд вспомогательных экспериментов.

Поиск наименьшей поверхности

Поставим себе задачу отыскать среди геометрических фигур, имеющих одинаковый объем, такую, у которой самая маленькая поверхность. Пользуясь приведенными здесь простыми формулами, вы сможете легко подсчитать поверхности нескольких геометрических фигур.

Возьмите кусок пластилина или глины (глина должна быть достаточно размятой, без комков).

Вылепите сначала куб. Поскольку у куба все стороны равны, измерьте у него одно ребро. Затем подсчитайте величину его поверхности по формуле: $S = 6 l^2$, где S —

поверхность куба в квадратных сантиметрах, l — длина его ребра в сантиметрах.

Полученный результат запишите. Затем из того же куска пластилина или глины вылепите цилиндр. Объем его будет точно такой же, какой был у куба (количество материала то же самое, только изменилась форма). Подсчитайте, чему равна поверхность цилиндра. Конечно, в эту величину должна входить величина боковой поверхности и площади обоих оснований. Для подсчетов измерьте радиус основания цилиндра и его высоту:

$$S = 6,28 r (h + r), \text{ где}$$

S — поверхность цилиндра, выраженная в квадратных сантиметрах;

r — радиус основания в сантиметрах;

h — высота цилиндра в сантиметрах.

Запишите размер поверхности цилиндра и вылепите из того же самого куска пластилина или глины конус. Измерьте его образующую (длину его стороны) и радиус основания.

Поверхность конуса вы подсчитаете по формуле:

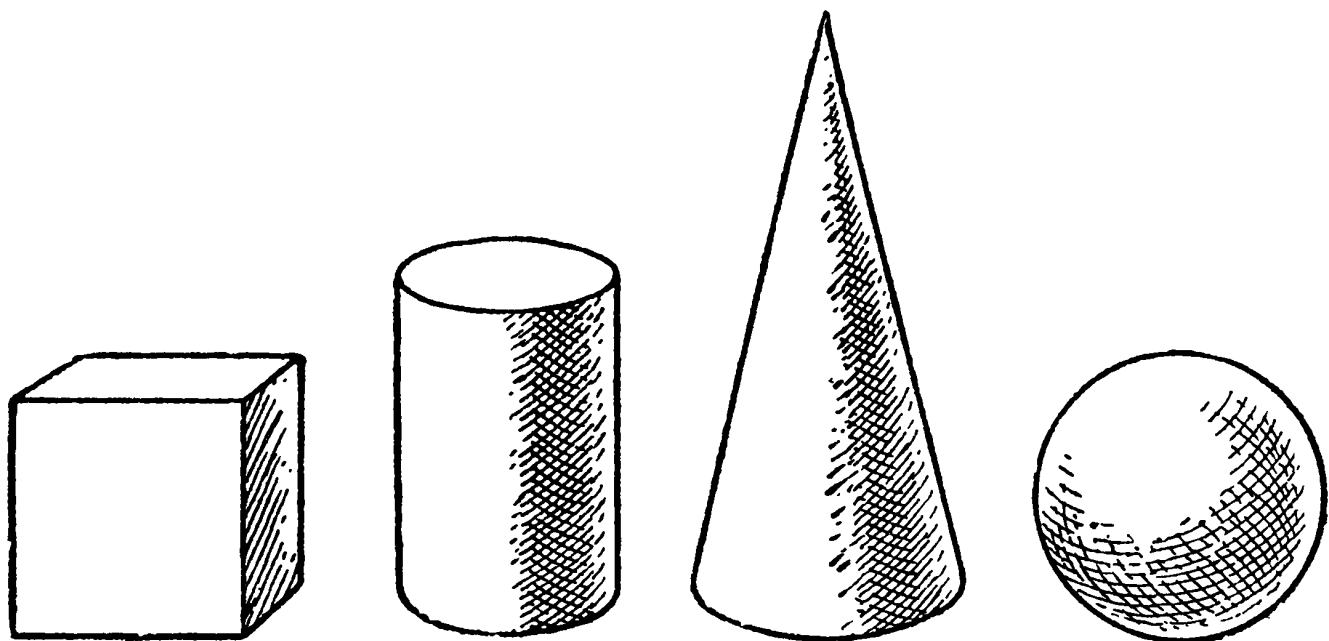
$$S = 3,14 r (l + r), \text{ где}$$

r — радиус основания конуса;

l — образующая конуса.

Записав результат, превратите конус в шар. Раскатав его в ладонях, можно добиться, что он будет совсем круглый.

Измерьте диаметр шара с помощью спицы или прямого кусочка толстой проволоки. Спицей или проволокой проткните шар так, чтобы она прошла через центр шара. Размер диаметра в сантиметрах разделите пополам, получите радиус шара.



Произведя вычисления по формуле $S=12,56r^2$, получите поверхность шара.

Когда вы сравните полученный результат с предыдущими, вы увидите, что наименьшей поверхностью из всех вылепленных из одного и того же куска пластилина или глины фигур обладает шар.

Конечно, при изготовлении геометрических фигур нужно проявлять максимальную аккуратность, чтобы фигуры получались правильные.

Пленка-невидимка

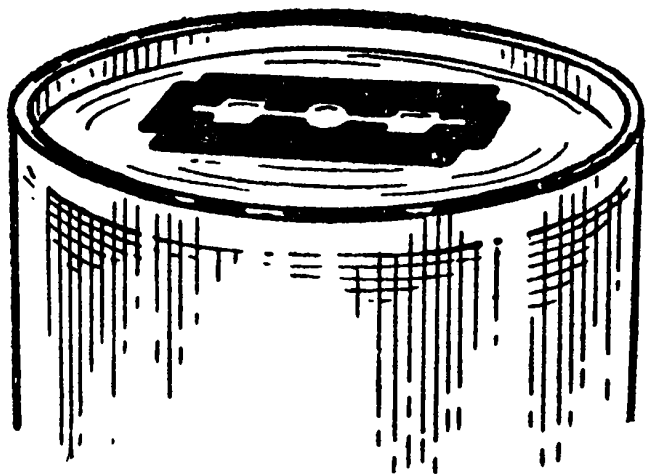
Прежде чем познакомиться с тем, как ведет себя жидкость в состоянии невесомости и проделать опыты с микроракетами, сделаем несколько опытов с явлением поверхностного натяжения.

Как известно из физики, на поверхности любой жидкости действуют так называемые силы поверхностного натяжения. Напомним, что они возникают благодаря взаимному притяжению молекул, расположенных на поверхности, и молекул, находящихся в глубине жидкости. При этом создаются силы, которые стремятся уменьшить поверхность жидкости.

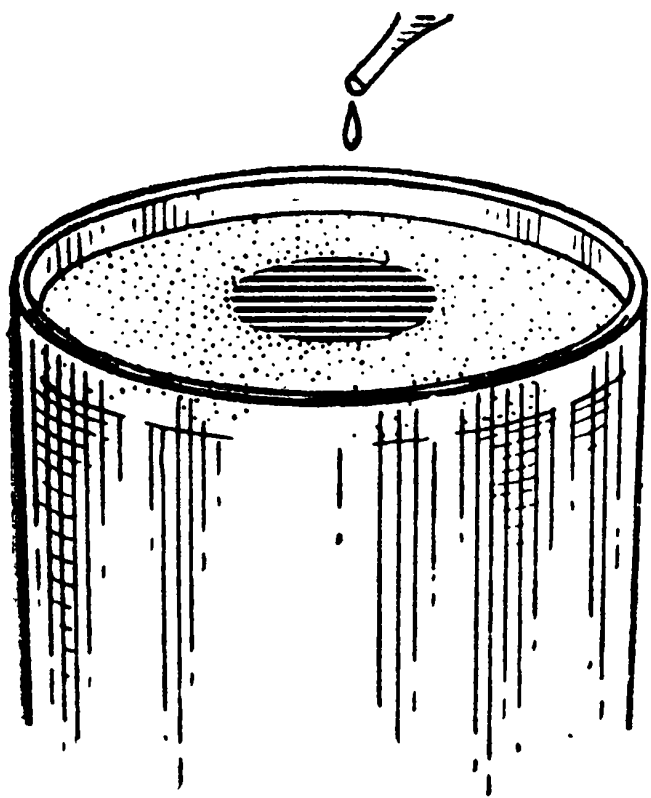
Наполните стакан до краев водой и продолжайте пипеткой осторожно по капле добавлять воду. Вы увидите, как поверхность воды в стакане начнет подниматься над краями и вздуется, как бы удерживаемая незримой пленкой. Вы добавляете воду, «пленка» не выдерживает напора, и вода течет по краю стакана.

Вы, наверное, на-





блюдали летом, как по поверхности открытых водоемов со стоячей водой, а иногда и просто луж бегают насекомые — водомерки. Поверхность воды под их ножками хотя и вдавливается, но никогда не прорывается.



Даже тяжелые по сравнению с водой предметы, такие, как иголка и лезвие безопасной бритвы, могут лежать на ее поверхности. Нужно только предварительно смазать их очень тонким слоем жира, чтобы вода не могла их смочить. Положите осторожно лезвие на поверхность воды, и оно будет плавать; будет видно, что водная поверхность слегка вдавилась под его тяжестью.

Чтобы проследить, как ведут себя силы поверхностного натяжения, если их в одном каком-то месте ослабить, сделаем такой опыт.

Припудрим поверхность воды в стакане зубным порошком, хорошо перетирая его пальцами. Получится ровная белая поверхность. Наберите в пипетку мыльную воду (она имеет очень слабое поверхностное натяжение) и капните в центр белого круга одну каплю. На ваших глазах в месте падения капли образуется свободное от порошка темное круглое пространство. Мыльная капля ослабила в месте своего падения поверхностное натяжение, покрытой порошком воды, и поверхность воды передвинулась к краям стакана.

Частичная потеря веса

Когда вы купаетесь в бассейне, реке или море, вы чувствуете, что ваше тело стало легче, вы даже можете лежать на спине, затрачивая небольшие усилия, чтобы держаться на поверхности воды.

Проделаем опыт, который покажет, как физическое тело может стать легче.

Возьмите пружинные весы, а если их у вас нет, приспособьте для опыта тугую резиновую полоску, прикрепленную к верхнему концу дощечки, на которой карандашом можно будет сделать отметки при растяжении резины.

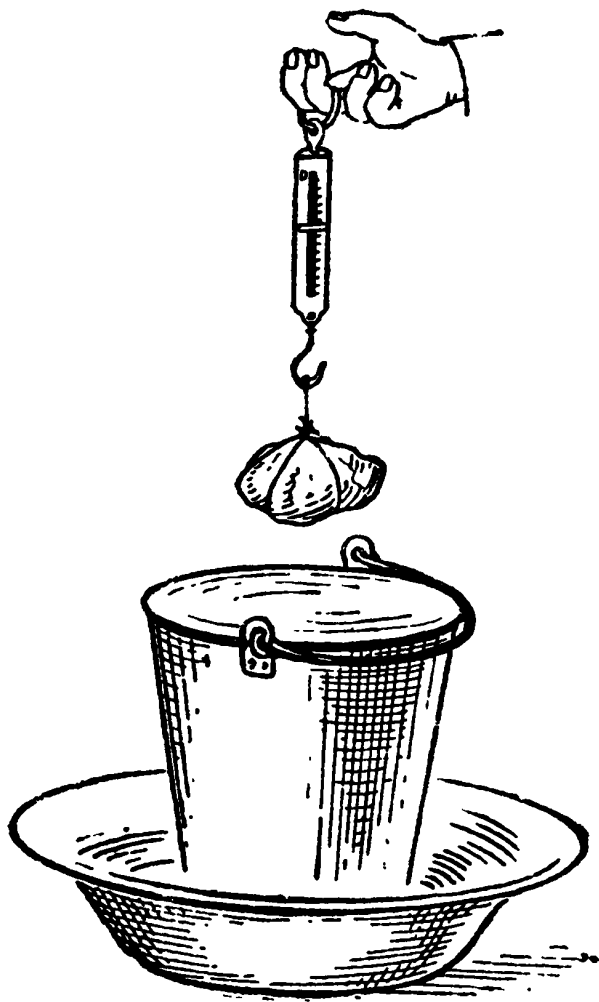
Прицепите к весам какой-либо груз, например камень. Допустим, вес его два килограмма. Если вы пользуетесь самодельным прибором, то отметьте карандашом, насколько растянулась резина.

Затем возьмите ведро, наполните его до краев водой и поставьте в таз. В ведро опустите груз, подвешенный к весам. Как только груз полностью опустится в воду, из ведра перестанет вытекать вода. Весы или натяжение резины покажут, что вес груза значительно уменьшился.

Но это уменьшение веса произошло за счет веса той воды, которую вытеснил из ведра груз. Если взвесить вылившуюся из ведра в таз воду, то окажется, что она весит как раз столько, насколько легче стал груз, когда он очутился в воде.

Как вы уже догадались, этот опыт иллюстрирует закон Архимеда.

Описанным способом можно легко определить объем какого-либо предмета, если иначе его объем не определишь. Нужно только полностью погрузить этот предмет в воду (конечно, при условии, что вода его не испортит), а затем замерить объем вылившейся воды. Ес-



ли предмет небольшой, то вода из сосуда может не выливаться. Измерив уровни воды до погружения предмета и после, можно подсчитать ее объем.

Жидкий шар

Вы знаете, что жидкости всегда принимают форму тех сосудов или водоемов, где они находятся. Большое количество воды под влиянием своего веса моментально растечется, если ее вылить из сосуда.

Ну, а если вода вдруг станет невесомой, какую форму она примет при удалении ее из сосуда, в котором она хранилась?

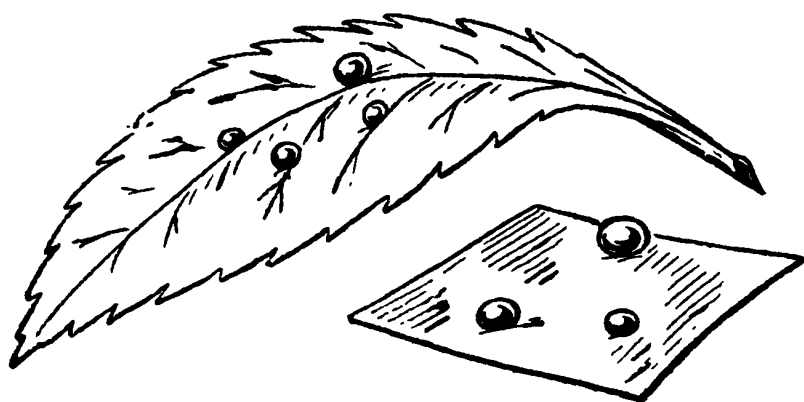
Рассмотрим сначала маленькие количества воды — капли. Капли очень легкие, вес почти не искажает их шарообразную форму или искажает мало, делая их чуть приплюснутыми. Водяные шарики — капли можно наблюдать на листьях растений или на материи, которая не впитывает воду. Чем меньше по размеру капля, тем она шарообразнее. В воздухе капли дождя почти шарики. Во время свободного падения они находятся в состоянии невесомости, а поверхностное натяжение, стремясь создать наименьшую поверхность, придает им почти шарообразную форму.

Прделаем интересный старинный опыт. Для жидкости будут созданы такие же условия, какие бывают при состоянии невесомости. Во время этого опыта вы сможете наблюдать естественную форму жидкости уже не на маленьких капельках, а на шарике около двух сантиметров в диаметре.

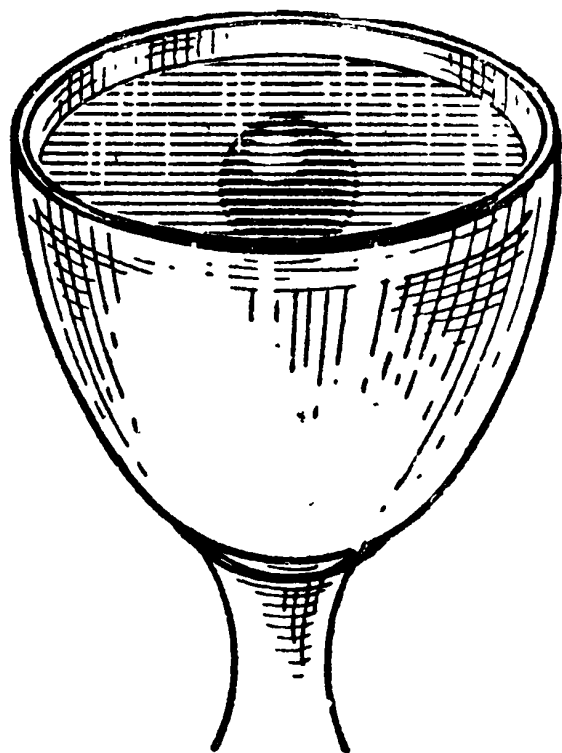
Для этого опыта нам понадобятся: денатурирован-
ный спирт, а если его нет, тройной одеколон, вода, не-

много подсолнечного
или хлопкового масла,
пипетка и небольшая
рюмка.

Накапайте в рюм-
ку несколько капель
масла, затем налейте в
нее до половины дена-
турированного спирта
или тройного одеколо-



на. Масло тяжелее спирта, поэтому оно соберется на дне рюмки. Теперь понемногу подливайте в рюмку воду, осторожно помешивая спирт палочкой, чтобы он равномерно смешался с водой. Скоро вы увидите, как масляный шарик, оторвавшись от дна, станет медленно подниматься. Теперь прекратите подливать воду и добавьте в рюмку немного спирта или одеколона. Нужно добиться, чтобы масляный шарик немного опустился, «повис» в рюмке на некоторой глубине.



Это произойдет, когда удельные веса масла и смеси спирта с водой станут одинаковыми.

Наберите в пипетку немного масла и введите его в масляный шарик. Прodelав это несколько раз, вы увидите, что шарик в рюмке становится все больше и больше. Наблюдать его лучше всего сверху, а не через изогнутое, искажающее форму стекло рюмки.

Если вы попытаетесь палочкой изменить форму шара в рюмке, он через несколько секунд снова примет прежнюю форму.

Под действием силы поверхностного натяжения масло образует самую маленькую поверхность — поверхность шара.

Но давайте немного пофантазируем. Представим себе, что мы находимся в кабине космического корабля или на орбитальной станции, где все находится в состоянии невесомости.

Для этого воображаемого опыта, который собираемся проделать, мы захватили с собой стакан, наполненный водой. Но как бы мы ни переворачивали стакан, вода из него не выльется. Поэтому нам придется слегка потряхнуть стакан, не очень сильно, но чтобы вода «вылезла» из него. Поколыхавшись в воздухе, вода примет форму шара. В состоянии невесомости даже большое количество воды, ну, например, такое, какое помещается в ведре, может принять форму шара. И если нет никако-

го движения воздуха, в кабине корабля будет плавать большой водяной шар. Вода, освобожденная от веса, наконец примет свою естественную форму.

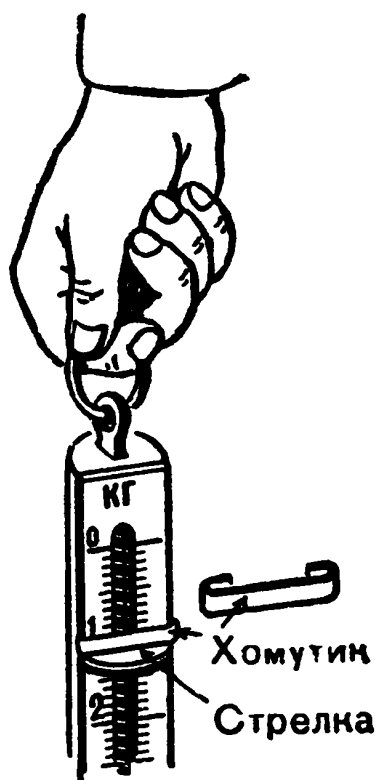
По телевизору показывали репортаж с космической станции «Салют-4». Летчики-космонавты П. И. Климук и В. И. Севастьянов демонстрировали следующее: они выпускали из резинового шланга воду, и вода выходила из него крупными шариками. Оказывается, и фантазировать не надо...

Простые опыты с невесомостью

Вес и сила тяжести не одно и то же. Сила тяжести приложена к самому телу, а вес — сила, приложенная к опоре, на которой тело лежит, или к подвеске, на которой оно висит. Если тело падает, а падает оно под действием силы тяжести, то оно перестает давить на опору или оттягивать подвеску. А это значит, что вес исчез — наступила невесомость.

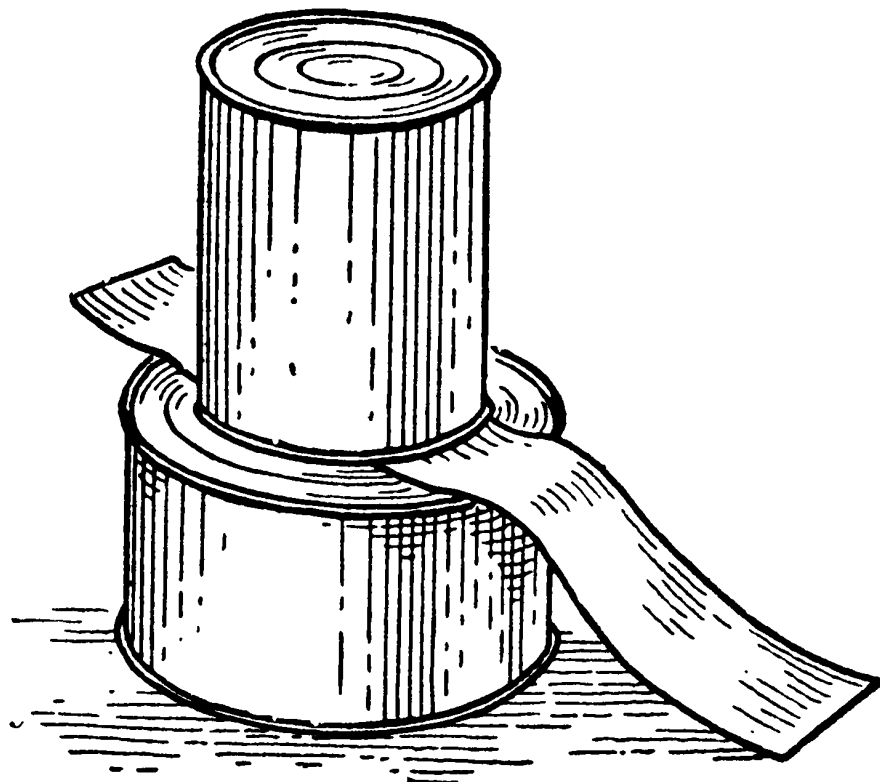
Что произойдет с пружинными весами, которыми измеряют вес, если они падают вместе с подвешенным к ним грузом? Они будут показывать отсутствие веса, их стрелка будет стоять на нуле.

Возьмите пружинные весы, приделайте на шкале над стрелкой хомутик из узкой полоски жести, чтобы он мог скользить по шкале, подвесьте на крючок весов какой-нибудь груз весом в два килограмма и передвиньте хомутик вниз до стрелки. Держа весы в руке, быстро опустите их вместе с подвешенным к ним грузом. Движение вниз должно быть быстрым, ускоренным, оно должно имитировать падение весов и груза. После опускания весов стрелка будет показывать тот же самый вес. Но хомутик окажется сдвинутым на нулевое деление шкалы. Это значит, что во время быстрого опускания весов и груза груз ничего не весил, был в состоянии невесомости, и стрелка, поднявшись



до нуля, сдвинула хомутик к нулю, где он и остался.

Если у вас нет пружинных весов, вы можете соорудить их подобие, укрепив на дощечке тугую резину, приделав к ней указывающую стрелку и жестяной хомутик над ней. Деления могут быть произвольные, важно, чтобы они начинались от нуля, когда на резине никакой груз не висит.



Проделайте другой опыт. Возьмите две нераспечатанные металлические банки консервов разных размеров. Поставьте одну банку на другую, чтобы доньшко одной вошло в доньшко другой. Между банками положите полоску бумаги так, чтобы наружу торчал ее конец. Если вы потянете за этот конец, то не сможете легко вытянуть плотно зажатую между банками бумагу, чтобы ее вытянуть, надо затратить некоторое усилие.

А теперь расстелите на полу тряпки, чтобы не повредить ни пол, ни банки, и сделайте следующее. Одной рукой держите за конец бумаги, которая зажата между банками, а другой рукой обе банки, поставленные одна на другую. Отпустите банки. Падая, они становятся невесомыми, и бумага легко выскальзывает из них.

Невесомость с сигнализацией

Если вы хотите сделать подарок школьному физическому кабинету, смастерите прибор, который будет показывать состояние невесомости во время свободного падения.

Для этой работы понадобятся столярные, слесарные и электромонтерские навыки, а также умение вырезать и клеить из картона.

Приступим к изготовлению прибора.

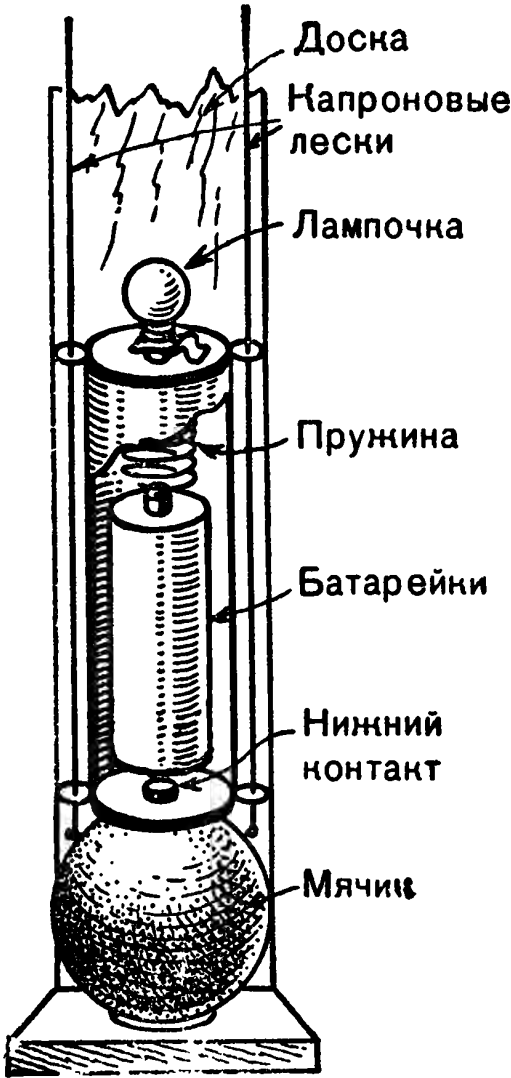
Его корпус нужно склеить из толстой бумаги, свер-

нув из нее в несколько слоев трубку, в которой свободно могут перемещаться две цилиндрические батарейки, какие употребляются для транзисторных приемников. Трубка должна быть достаточно жесткой. Для ее склеивания используйте шаблон — круглую, разборную (разрезанную вдоль) деревянную палочку на сантиметр толще батареи. Длина трубки должна равняться двойной длине батарейки плюс пять сантиметров. Из картона и бумаги нужно склеить две крышечки, чтобы их можно было плотно надевать и снимать с трубки. К одной из крышечек (будем считать ее верхней) сверху приклейте маленький фанерный кружок (диаметр его должен равняться внешнему диаметру трубки) и смонтируйте на нем контакты для крепления лампочки от карманного фонаря. К нижнему контакту (это может быть вырезанная из латуни пластинка) присоедините конец пружины, изготовленной из медной или железной проволоки. Пружину делают, навивая проволоку на какой-нибудь стержень. Пружина должна получиться такая, чтобы от веса двух батареек она растягивалась бы на половину своей длины. Сложите батарейки одну на другую (они будут соединены последовательно) и, убедившись с помощью лампочки, что между ними хороший контакт, обклейте их бумагой. Затем с помощью проволоки присоедините к концу пружины верхний контакт батарейки и пропаяйте место соединения.

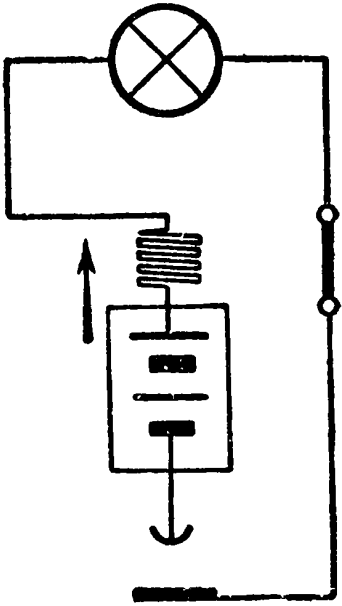
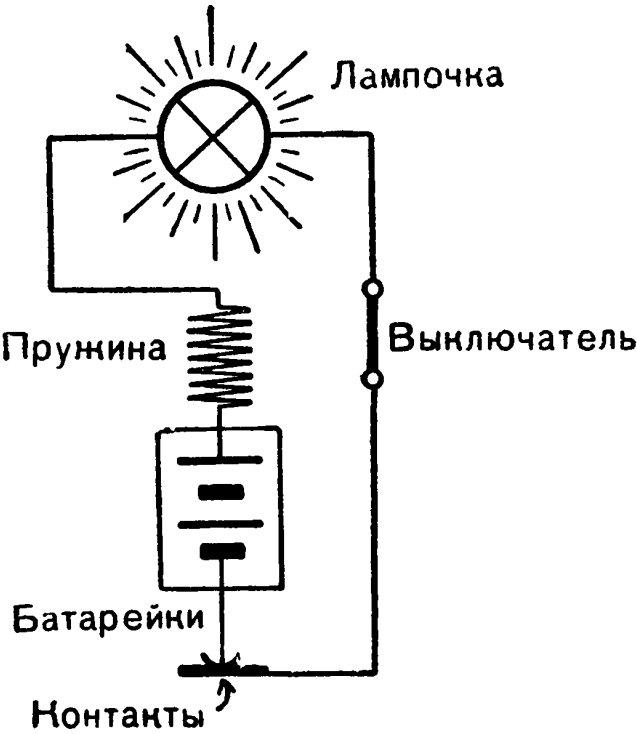
Внутри нижней крышечки приклейте фанерный кружок, а на нем смонтируйте латунный контакт. В него упрется донышко нижней батарейки, когда наш прибор будет собран. Провод от этого контакта выведите наружу и подсоедините к боковому контакту лампочки на верхней крышечке. Сбоку корпуса прибора, вдоль него с двух сторон прикрепите по две петельки из проволоки.

Соберите прибор. Батарейки нужно подвесить на пружине под верхней крышечкой. Дно нижней батарейки должно находиться на нижнем контакте. Вверните лампочку — она будет гореть. Держа прибор вертикально, лампочкой вверх, быстро опустите его, не выпуская из рук. Если лампочка в момент опускания на мгновение погаснет и снова загорится, значит, все в порядке. Иначе придется сделать другую пружину: изменить ее диаметр или толщину проволоки, из которой она изготовлена.

После проверки прибора смонтируйте его на предварительно обработанной доске длиной два метра и шириной пятнадцать сантиметров. Наверху доски сделайте петлю, чтобы доску можно было вертикально повесить на стену, а внизу прикрепите небольшую полочку, к которой приклейте резиновый мячик. Снизу вверх вдоль доски, обогнув резиновый мячик, натяните две капроновые рыболовные лески. Лески должны быть расположены на расстоянии диаметра изготовленного прибора и проходить в его проволоочные петли с обеих сторон. Лески хорошо натяните и закрепите наверху. Когда прибор будет поднят, он не должен касаться доски.



Приступим к опыту. Прибор с горящей наверху лампочкой вы поднимаете до самого верха. Горящая лампочка сигнализирует, что висящий на пружине груз (батарейки) имеет вес. Отпустите прибор. В момент падения наступает состояние невесомости. Груз (батарейки)



перестает оттягивать пружину. Нижний контакт размыкается, и лампочка гаснет. Когда прибор упадет на амортизатор-мячик, состояние невесомости прекращается, и лампочка загорается вновь. Чтобы лампочка не горела зря, сбоку цилиндра — корпуса прибора — сделайте выключатель. Тогда можно будет зажигать лампочку только во время опытов.

Состояние невесомости у нашего прибора символически выражается тем, что лампочка гаснет. Но если вы хотите, можно сделать наоборот: лампочка будет загораться тогда, когда невесомость наступает.

Невесомость вокруг нас

На Земле очень часто приходится встречаться с явлением если не полной невесомости, то частичной потери веса. В земных условиях она продолжается очень недолго.

Вам, конечно, приходилось спускаться в лифте. Особенно заметна частичная потеря веса в момент начала опускания лифта.

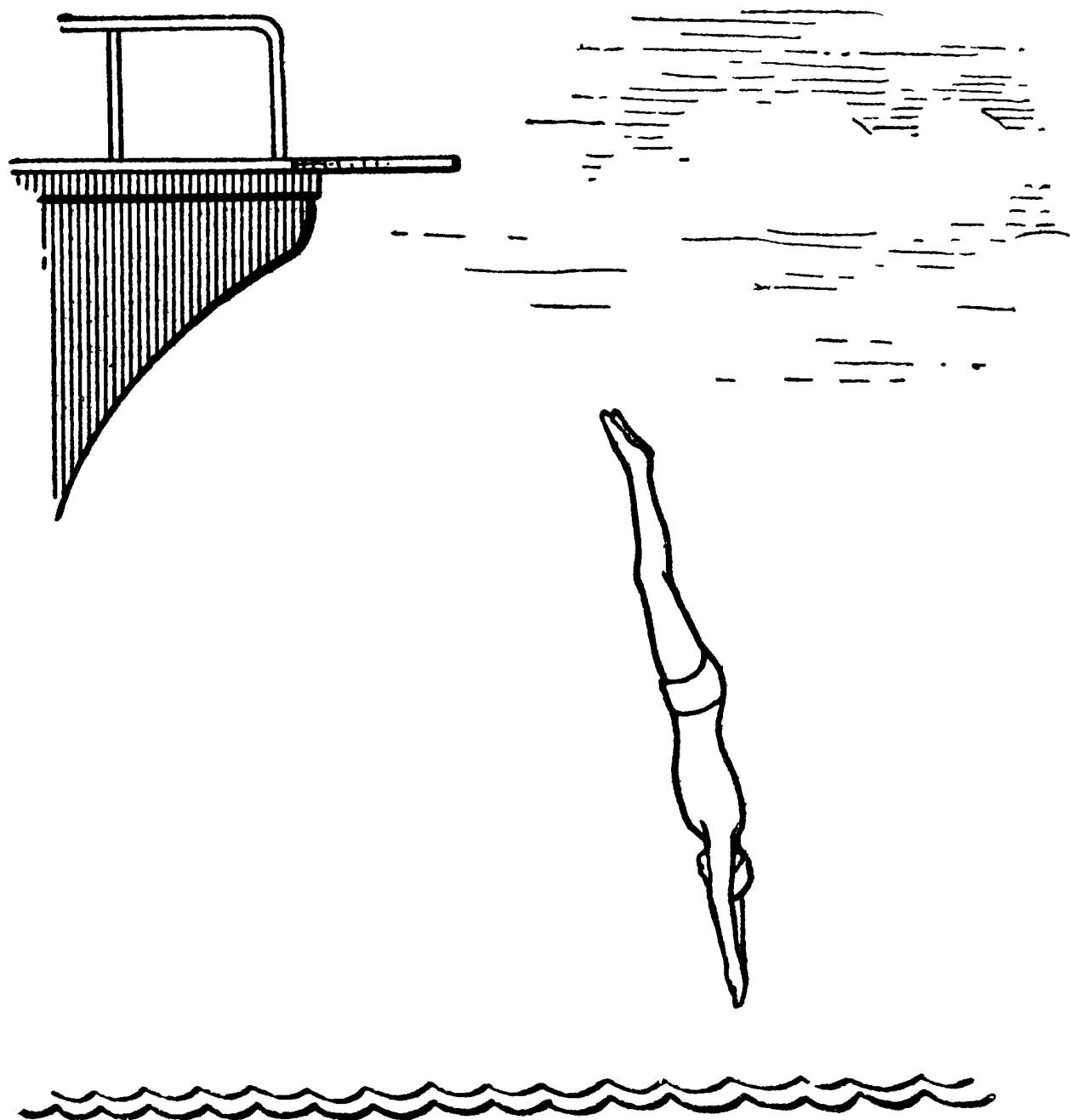
А на качелях? Когда качели опускаются, происходит тоже частичная потеря веса.

При занятиях водным спортом, при прыжках с вышки в воду или при прыжках на батуте, когда гимнаст парит в воздухе, наступает состояние полной потери веса, полной невесомости. Вы, наверное, наблюдали полеты акробатов под куполом цирка, прыжки из-под купола в натянутую сетку. Каждый прыжок — это несколько секунд невесомости.

Затяжные прыжки парашютистов, когда они летят еще с ускорением, тоже пример состояния невесомости.

Но самое продолжительное состояние периодической потери веса наступает во время шторма на море. Когда палуба «уходит из-под ног», наступает потеря веса, многие переносят это с трудом и заболевают так называемой морской болезнью.

Итак, невесомость проявляется во время свободного падения. Космический корабль, летящий вокруг Земли, находится в состоянии свободного падения. На него действует сила притяжения Земли, и он все время падает.



Но ему сообщена такая скорость, что он упасть не может и летит по своей орбите, описывая вокруг Земли виток за витком.

И все, что находится в космическом корабле, когда он движется по своей орбите вокруг Земли, тоже притягивается Землей, но на опоры не давит, находится в состоянии невесомости. Поэтому космонавту безразлично — сидеть ли в кресле или летать в кабине. Опоры-то нет все равно. Вы часто видели по телевидению, как в кабине летают ручки, блокноты и другие незакрепленные предметы.

Но нужна большая предварительная тренировка, чтобы привыкнуть к состоянию невесомости. И не только привыкнуть, но и работать много дней подряд.

ОПЫТЫ С ТЕПЛОТОЙ

Теплота — основа жизни

Жизнь на Земле существует благодаря лучистой энергии Солнца и атмосфере. На Земле живут самые разнообразные животные и растения. И приспособились они к самым различным температурам в пределах от 50—58 градусов тепла до 60—70 градусов мороза. А в некоторых районах мороз доходит даже до еще более низких температур.

О том, как живые существа приспосабливаются к сильному холоду, может послужить пример с пингвинами. В Антарктиде при очень низкой температуре пингины даже выводят птенцов.

Но ни одно живое существо не выдержало бы холода в космическом пространстве, так же как не выдержало бы температуры на поверхности Венеры, где она доходит до сотен градусов тепла.

И когда космонавты отправляются в космическую пустыню — где нет среды, которая могла бы нагреться Солнцем, нет ничего, что могло бы задержать и отразить солнечные лучи, а поэтому возможен самый лютый холод, — принимаются все меры к тому, чтобы внутри корабля было достаточно тепло.

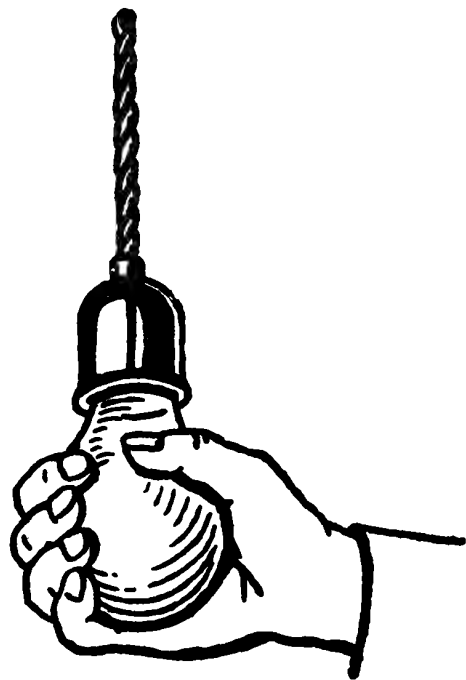
Воздух в кабине космического корабля или орбитальной станции поддерживается такого же давления и такого же состава, как и на Земле. А температура — такой, к какой люди привыкли. Все это обеспечивают приборы, которые автоматически регулируют и состав, и влажность, и температуру, и давление маленькой атмосферы корабля или станции.

Только состояние невесомости дает почувствовать космонавтам, что они не на Земле, а на крошечной искусственной планете, созданной человеческим разумом, которая мчится с огромной скоростью в пустом, мертвом космическом пространстве...

Горячие лучи сквозь космическую пустоту

Итак, все живое на Земле обязано своим существованием Солнцу. Что же из себя представляет этот могучий источник жизни?

Солнце — это раскаленный газовый шар. Предполагается, что в его недрах при огромных температурах и давлениях непрерывно происходит термоядерная реакция превращения водорода в гелий. Эта бурная реакция сопровождается выделением колоссального количества тепловой энергии. Тепловая энергия Солнца излучается во все стороны в виде лучистой энергии. Земле достается ее крошечная частица. Но и этой частицы оказалось достаточно, чтобы на Земле возникла жизнь: выросли могучие леса, появились живые существа.



И почти все виды энергии на Земле обязаны своим происхождением Солнцу. Сейчас стали использовать Солнце и как непосредственный источник энергии. На Земле строят установки, которые улавливают солнечные лучи и заставляют их нагревать воду либо прямо превращаться в электрическую энергию. Вы знаете, что на искусственных спутниках Земли и на космических кораблях, орбитальных станциях, автоматах, путешествующих по Луне или направленных к планетам, куда они посланы для исследований, основным источником энергии является Солнце. Солнечная энергия для космических аппаратов улавливается с помощью солнечных батарей и превращается в электрический ток.

Энергия Солнца приходит к нам на Землю в виде тепловых лучей, преодолевая миллионы километров безвоздушного пространства. Такой способ передачи теплоты, когда она передается без нагревания промежуточной среды, называется лучеиспусканием.

Проделайте такой опыт. Обхватите пальцами баллончик невключенной электрической лампочки. Вы почувствуете холод стекла. Включите на 2—3 секунды лампочку. Пока она горела, вы ощущали в ладони и пальцах, в которых зажата лампочка, тепло. Но как только лампочка погасла, вы по-прежнему чувствуете холод стекла.

Ни стекло, ни газ, которым теперь заполняют лампочки на смену выкачанному из них воздуху, не успели

нагреться. Руку грели тепловые лучи, исходявшие из раскаленной нити.

Раньше лампочки делали пустыми внутри — из них выкачивали воздух. Такие лампочки представляли маленькую модель распространения солнечного тепла ко всем планетам через безвоздушные просторы Вселенной.

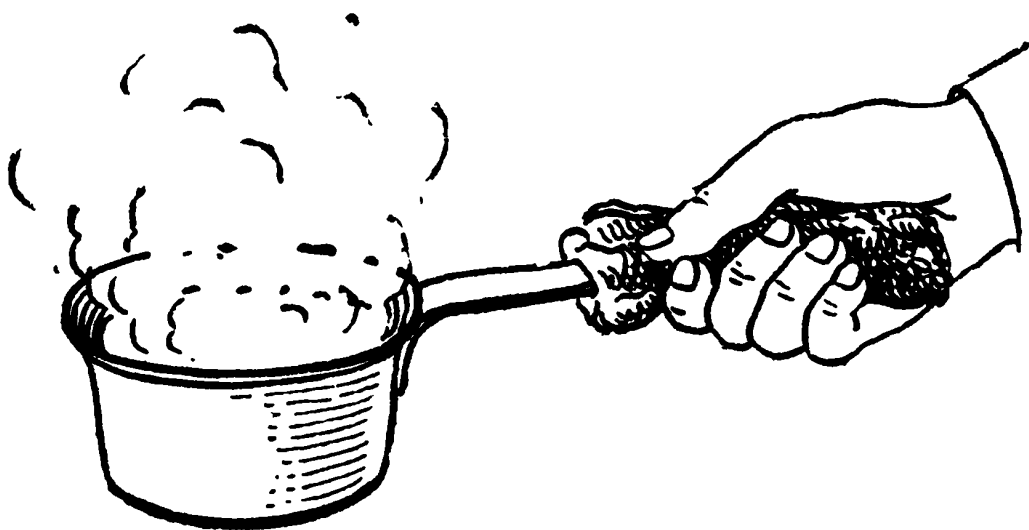
Но и на газонаполненной лампочке вы можете убедиться, что согревают руки лучи, а не стекло, которое еще не успело нагреться.

От горячего к холодному

Вы сейчас познакомились с лучеиспусканием, способом передачи теплоты в виде лучистой энергии без нагревания промежуточной среды. Но существуют и другие способы распространения теплоты. Один из них называется теплопроводностью.

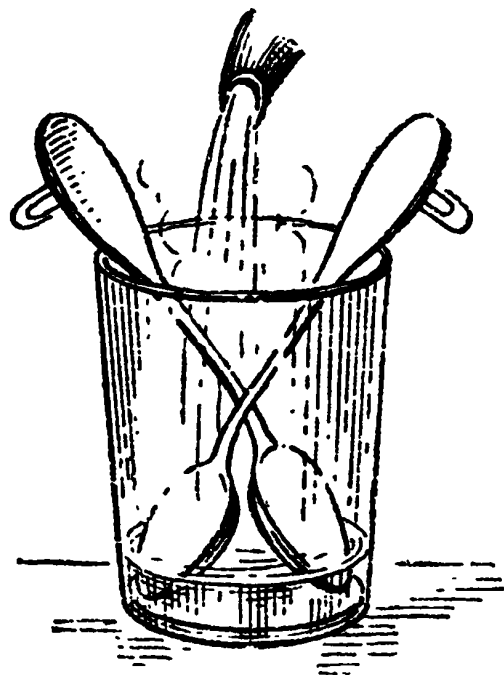
Вам приходилось брать за ручку кастрюльку, в которой только что закипела вода. Ручка, если она металлическая, очень горячая. Конечно, специально никто ее не грел, грели кастрюльку, но теплота от горячей кастрюльки перешла в ручку, и она нагрелась. Тепло переходило по металлу постепенно. Раньше такое передвижение теплоты сравнивали даже с движением текущей воды.

Разные твердые вещества по-разному проводят тепло. Лучше всего это делают металлы. Но и среди металлов есть чемпионы по теплопроводности. К ним относятся так называемые «благородные металлы» — платина, золото, серебро. Их широко применяют в ответственных электрических схемах, приборах, аппаратах.



Чтобы посмотреть, как по-разному металлы проводят тепло, сделайте следующий опыт.

Возьмите две чайные ложки: одну серебряную, другую из никелевого сплава. Прикрепите к ним каплями стеарина скрепки для бумаг. Вложите ложки в стакан, чтобы ручки со скрепками торчали из него в разные стороны. Налейте в стакан кипятка. Ложки нагреются. У серебряной ложки стеарин расплавится, и скрепка отпадет. У другой ложки скрепка или совсем не отпадет, или отпадет позже, когда ложка нагреется сильнее.

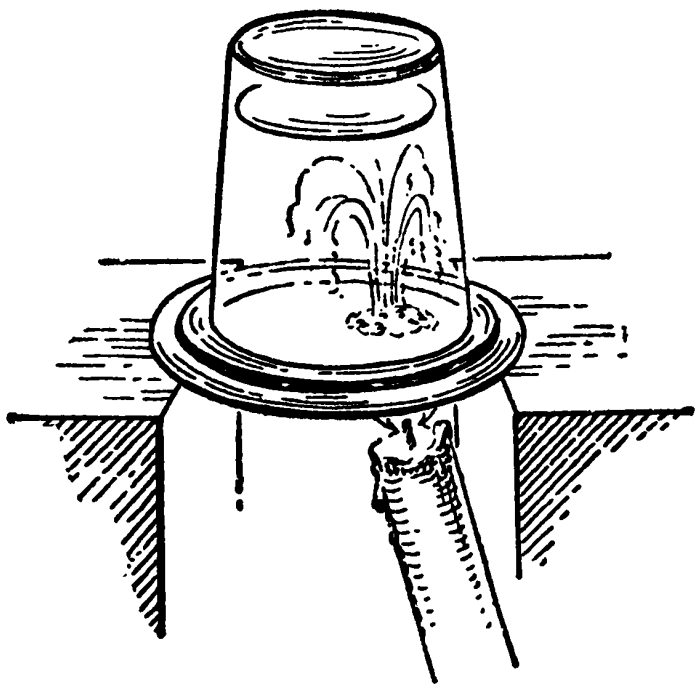


Конечно, ложки должны быть одинаковые по форме и размеру. Если нет серебряной ложки, возьмите такие, какие у вас есть, но только из разных металлов. Где нагревание произойдет быстрее, тот металл лучше проводит тепло, более теплопроводен.

Из твердых веществ хуже всего проводит тепло керамика, пластмасса, дерево, ткань. Вот поэтому ручки у чайников или сковородок делают из пластмассы или дерева. А если ручка металлическая, то, чтобы не обжечь пальцы, приходится пользоваться тряпкой. Она тоже плохо проводит тепло и предохраняет руку от ожога, служит теплоизоляцией.

Вес — регулировщик теплоты

В природе существует еще один способ распространения теплоты — конвекция. Он наблюдается в жидкостях и газах. Основана конвекция на том, что участки жидкости или газа при нагревании становятся менее плотными и поднимаются вверх, а более холодные, более тяжелые слои опускаются вниз. Источник тепла обычно помещается внизу, поэтому происходит непрерывное передвижение нагретых слоев вверх, а холодных вниз. Но при невесомости, например, в помещении орбитальной станции, такой способ распространения тепла не действует. Ведь вес — регулировщик теплоты — отсутствует.



Чтобы проследить, как происходит конвекция у жидкостей, сделайте такой опыт.

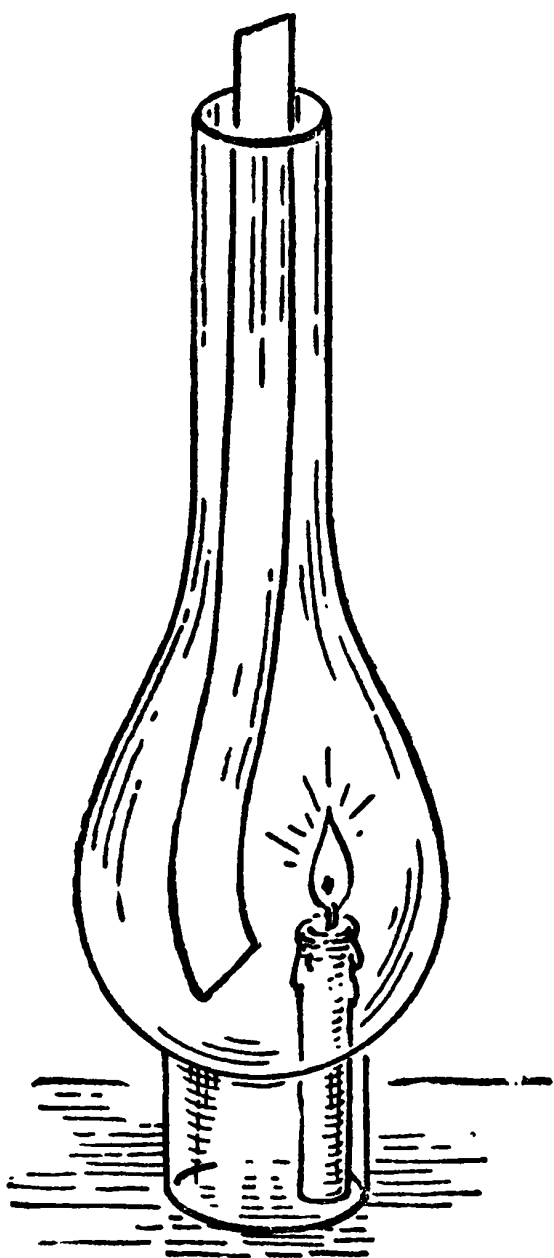
Возьмите гладкую металлическую пластинку, например ровную металлическую крышку от стеклянной банки из-под консервов, положите на нее несколько кристаллов марганцевокислого калия, капните на них каплю воды и покройте тонким слоем стеарина. Края лепешки из стеарина плотно прилепите к пластинке.

Налейте в стакан воду, накройте его пластинкой так, чтобы стеариновая лепешка оказалась внутри стакана. Придерживая стакан рукой, переверните его вверх дном.

Поставьте пластинку со стаканом на две опоры, чтобы к ней, ее средней части, был снизу доступ для свечи.

Поднесите к тому месту пластинки, над которым приклеен стеарин, горящую свечу. Лепешка, нагревшись, оторвется от пластинки, и поток горячей воды, окрашенный в фиолетовый цвет, устремится вверх. Вы увидите циркуляцию окрашенных потоков воды: теплые струйки идут вверх, холодные — вниз.

Опыт, демонстрирующий циркуляцию воздушных тепловых потоков, сделайте так. Возьмите стекло от керосиновой лампы, а если его нет, то бутылку из-под кефира с ровно отрезанным дном.



Поставьте ламповое стекло на горящую свечку. Она быстро погаснет. Свежий воздух к ней не поступает. Горячий воздух с продуктами горения устремляется вверх, а свежему воздуху пройти негде. Но если вы в ламповое стекло вставите полоску из плотной бумаги, она разделит внутреннее пространство на две половины: в той, где находится свеча, горячий воздух с продуктами горения по-прежнему будет идти вверх, а свежий, более холодный воздух будет притекать к свече сверху — по другую сторону перегородки.

Чтобы убедиться, что перегородка играет важную роль в снабжении свечи свежим воздухом и что без нее циркуляции воздуха не будет, выдерните бумажную полоску. Свеча моментально погаснет.

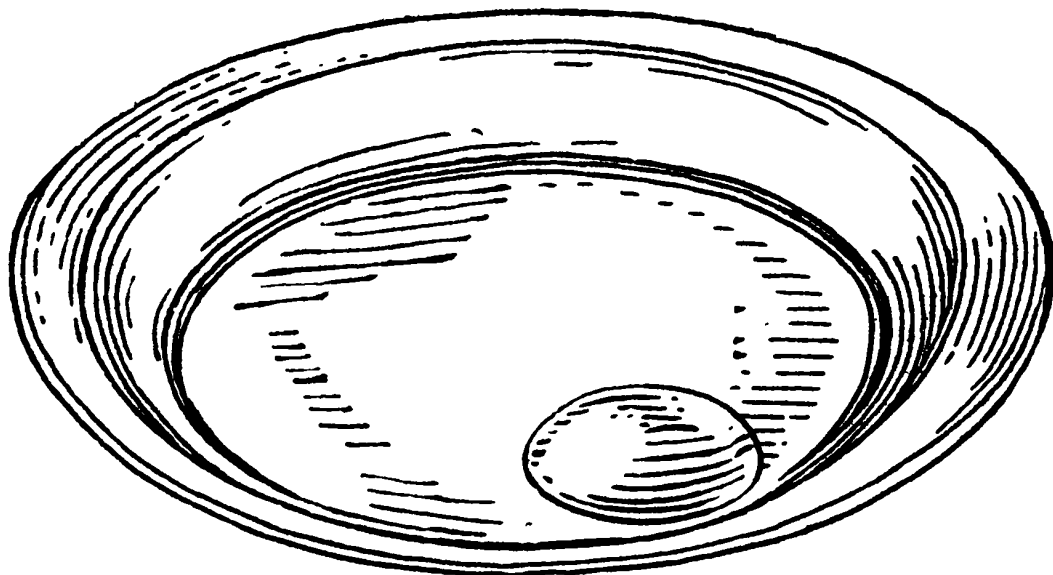
Заслон от теплоты

Зимой, в мороз выходя на улицу, вы применяете теплоизоляцию, попросту говоря, надеваете теплое пальто или шубу. Воздух, который содержится между волокнами ваты или меха, лишен возможности циркулировать от теплого к холодному, а сам по себе воздух, как и всякий газ, плохой проводник тепла. Поэтому пройдет много времени, пока вы почувствуете при сильном морозе, что шуба перестает греть.

Хотя нужно сказать, что шуба вообще никогда не греет, она только помогает сохранять то тепло, которое у нас есть.

Итак, для того чтобы предохранить что-либо от холода, применяется теплоизоляция. Но и от излишнего тепла приходится принимать теплоизоляционные меры. Когда космический корабль (речь идет о спускаемом аппарате, в котором находятся космонавты) с огромной скоростью летит в атмосфере Земли, его стенки трутся о воздух и сильно нагреваются. Чтобы предохранить экипаж, а если это автоматическое устройство, летавшее в районе Луны или какой-либо планеты, то для сохранения находящихся там приборов применяют теплоизоляционный, теплостойкий чехол. Он состоит из слоев плохо проводящих теплоту материалов, материалов, которые способны выдержать высокую температуру.

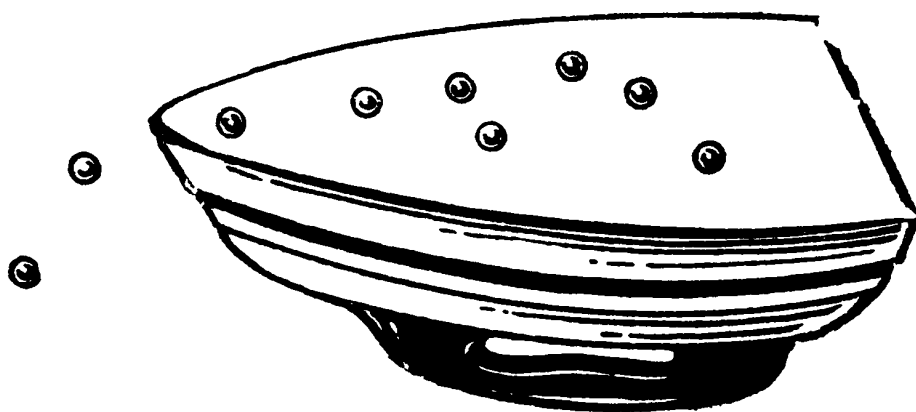
Уже говорилось о том, что газы плохо проводят



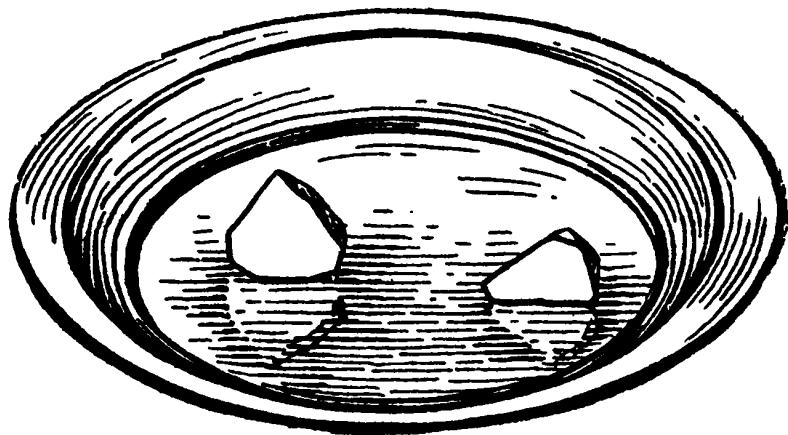
тепло. Чтобы в этом убедиться, можно проделать следующий опыт.

Возьмите алюминиевую тарелочку от детской посуды, поставьте ее на небольшой огонь и, когда она достаточно нагреется, налейте на нее половину чайной ложки воды. Вода не испарится мгновенно, как следовало бы ожидать. Вода перекатится плоским шариком — сфероидом на самое низкое место тарелочки и замрет там на раскаленном металле. Кажется странным, что вода не превращается сразу в пар. Конечно, вода испаряется, но этот самый пар, в который превращается вода, и предохраняет большую сфероидальную каплю от раскаленного металла. Пар в данном случае оказывается отличной теплоизоляцией.

Этот же опыт можно проделать и в упрощенном варианте. Когда вы гладите белье, переверните утюг и, если он достаточно нагрет, брызните на него водой. Она сразу превратится в маленькие круглые шарики, которые быстро покатятся по утюгу. Эти мелкие шарообразные капельки тоже не испарились мгновенно, их тоже защитила от жара утюга паровая прослойка, «паровая



подушка». На этой «паровой подушке» водяные шарики и пропутешествовали по раскаленному утюгу.



Сейчас существуют аппараты, передвигающиеся на «воздушной подушке» — немного отрываясь от земли или воды. Мощные вентиляторы дуют вниз и создают такую плотную «воздушную подушку», что она выдерживает вес всего аппарата вместе с находящимся на нем экипажем. В нашем опыте происходило нечто похожее на этот способ передвижения. Только у нас с вами была не воздушная, а «паровая подушка» и создавала ее раскаленная поверхность металла.

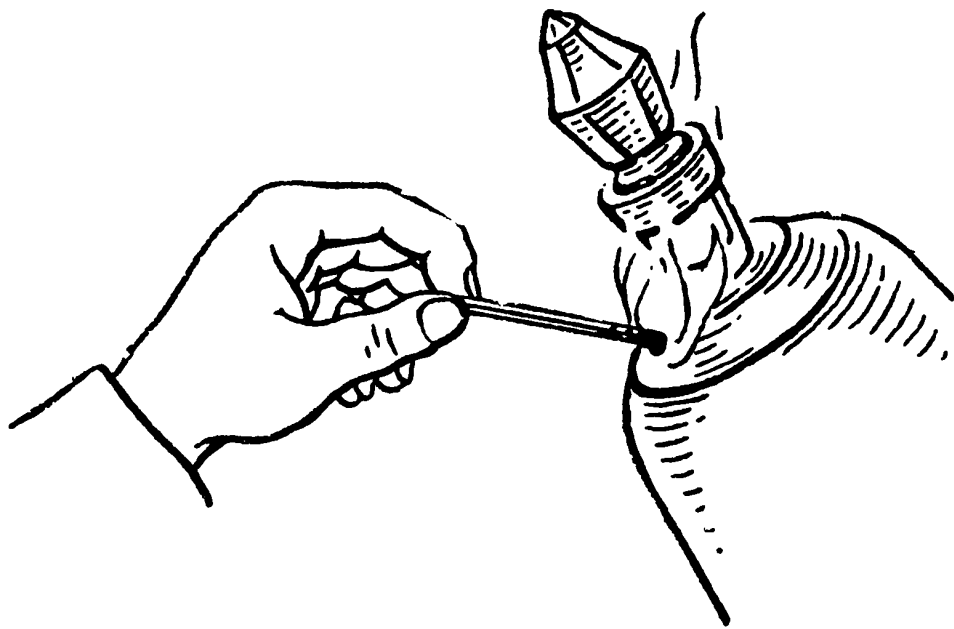
Проделайте еще такой опыт.

Возьмите несколько маленьких кусочков сухого льда, положите их на гладкую поверхность алюминиевой тарелки. Наклоняйте тарелку в разные стороны. Кусочки сухого льда будут легко скользить по гладкой поверхности. Теплая поверхность алюминиевой тарелки (ее температура отличается от температуры сухого льда по крайней мере на 100 градусов) помогает углекислому газу более бурно выделяться. Под кусочками сухого льда получают «углекислые подушки», на них и происходит скольжение.

Расширение при нагревании

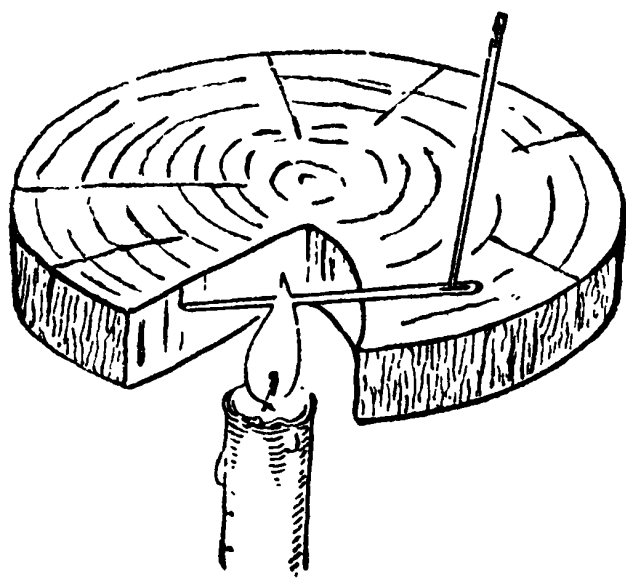
Всем хорошо известно, что при нагревании тела расширяются. В термометрах ртуть или подкрашенный спирт находятся в маленьком баллончике. При нагревании ртуть или спирт расширяются и в виде столбика движутся по тончайшему каналу. Когда наступает тепловое равновесие, столбик останавливается, и на шкале можно увидеть, какая сейчас температура среды, которая окружает термометр.

А вот другой случай, когда можно убедиться, что тела при нагревании расширяются. Иногда в стеклянном флаконе притертая пробка так туго сидит, что ее не вытащишь. Очень большое усилие применить опас-

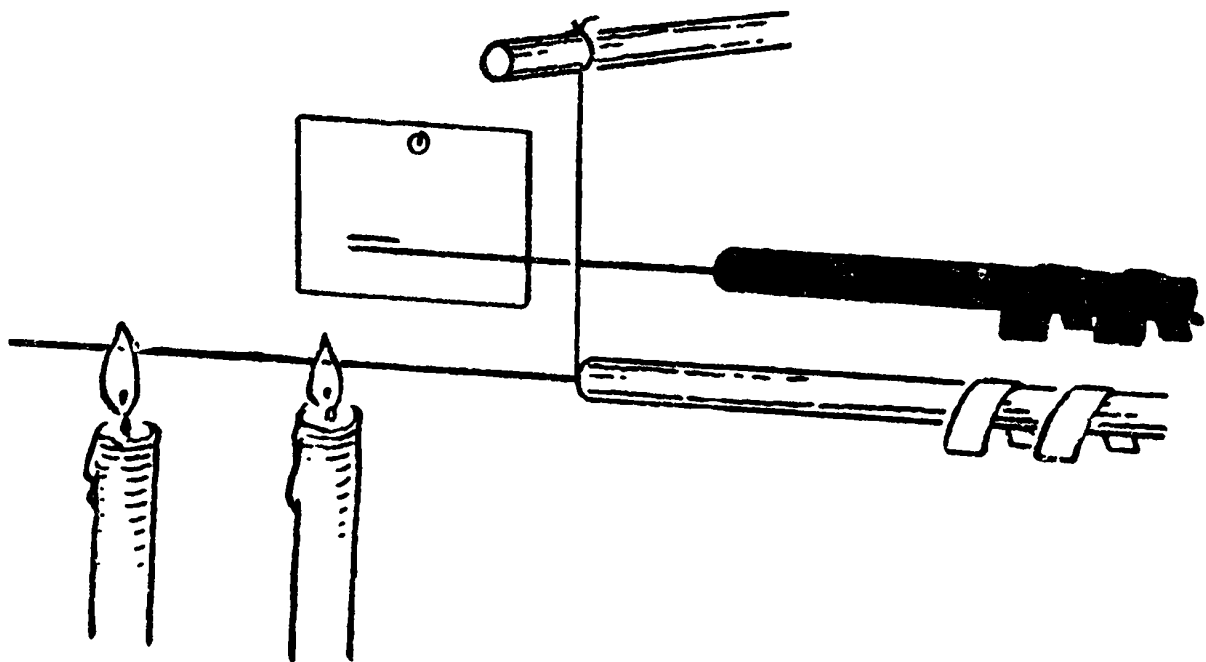


но — можно отломить горлышко и порезать руки. Поэтому прибегают к испытанному способу: к горлышку подносят горящую спичку, а флакон поворачивают, чтобы горлышко равномерно прогрелось. Пламени одной спички достаточно, чтобы стекло горлышка от нагревания расширилось, а пробка, не успевшая нагреться, легко вынулась. Это случаи бытового применения физического закона. Можно проделать опыты, которые наглядно покажут, как изменяют свою длину металлы при нагревании и при охлаждении.

Вырежьте в деревянном кружке или бруске выемку, воткните в один ее край иголку, а ушко иголки положите на другую сторону выемки. В ушко вставьте вторую иголку и слегка воткните ее в дерево. Поднесите к первой иголке горящую свечку. Иголka нагреется, немного удлинится и наклонит вторую иголку, вставленную в ушко.



Сделайте тепловые весы. Для этого возьмите прямой кусок медной проволоки толщиной 1—2 миллиметра, длиной около 40 сантиметров. Воткните конец этой проволоки в отверстие, просверленное в деревянной палке примерно такой же длины, и подвесьте получившееся коромысло тепловых весов за середину на нитке. Уравновесьте его. Может

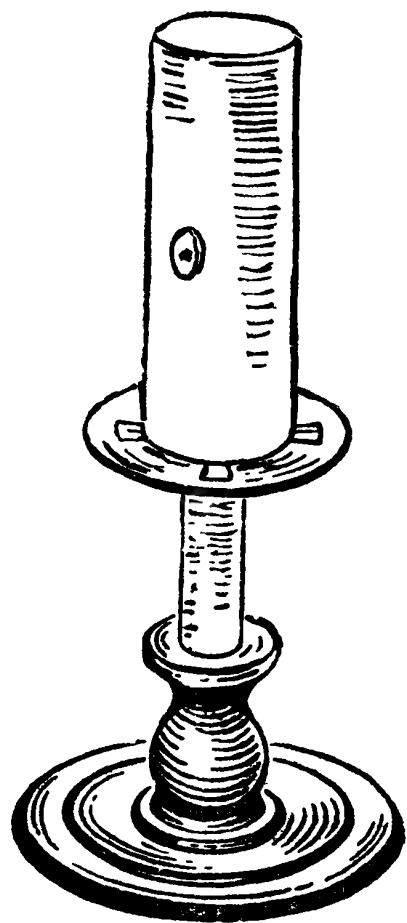


быть, для этого нужно будет подрезать деревянную палочку или, наоборот, повесить к ней небольшой груз, например кусочки бумаги. Можно добиться равновесия и передвигая точку подвеса коромысла. Осветите коромысло настольной лампой, чтобы на стене один его конец, например медный, давал тень. На этом месте укрепите на стене белую бумагу и отметьте карандашом положение тени, когда коромысло висит строго горизонтально. Затем возьмите две зажженные свечи и поставьте их под медную проволоку. Когда она хорошо нагреется, она удлинится, и равновесие нарушится. Потому что нарушится соотношение плеч. Конец проволоки опустится на несколько миллиметров. Это будет хорошо видно по тени на стене. Если свечи убрать, медная проволока остынет, станет короче, то есть такой, какой была до нагревания, и коромысло наших тепловых весов, вернее, его тень встанет на свою метку.

Отражение и поглощение теплоты

Тепловые и световые лучи лучше всего отражает зеркальная поверхность. Несколько хуже, но тоже довольно хорошо отражают лучи белые и вообще светлые поверхности. Поэтому летом, особенно на юге, где много солнца, люди предпочитают ходить в светлой одежде. Темная одежда, даже если она сшита из легкой ткани, сильнее поглощает тепловые лучи и в ней значительно жарче.

Заметьте, что весной снег, покрытый пылью и копотью, тает гораздо быстрее, чем чистый снег на полях.



Проделайте такой опыт. Склейте из листа плотной бумаги цилиндр диаметром 5—6 сантиметров и закрасьте черной тушью изнутри площадку величиной примерно со спичечную коробку. Это может быть пятно неправильной формы. Прикрепите расплавленным стеарином к цилиндру с наружной стороны на одном уровне две десятикопеечных монеты. Одну монету прикрепите в середине того места, которое изнутри закрашено тушью, а вторую с противоположной стороны цилиндра. Наденьте цилиндр на горящую свечу. Ее пламя должно быть в центре цилиндра и против прилепленных снаружи цилиндра монет.

Чтобы удобно было поставить бумажный цилиндр на свечу, укрепите на свече картонный кружок с несколькими отверстиями для вентиляции. Кружок должен надеваться на свечу плотно, чтобы он не сдвигался вниз под тяжестью цилиндра.

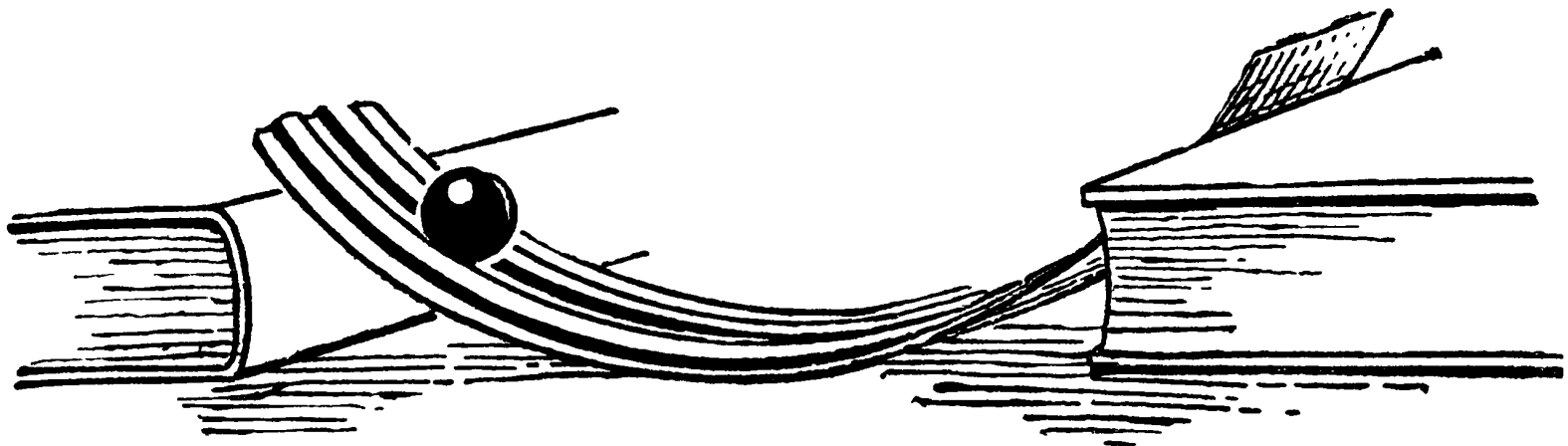
Сколько бы вы ни повторяли этот опыт, всегда первой будет отваливаться монета, прилепленная к тому участку цилиндра, который изнутри закрашен черной тушью. Черная поверхность бумаги сильнее поглощает тепловые лучи, а поэтому и быстрее нагревается.

Несколько опытов с превращениями энергии

Вам известно, что энергия выражается той работой, которую кто-то или что-то (например, машина) может выполнить.

Про пружину, которая не заведена, можно сказать, что она никакой энергией не обладает, и поэтому часы, в которых она находится, стоят. Но стоит только завести пружину, и колесики у часов начинают вращаться, стрелки пошли в свой путь по циферблату. Работать пружина будет до тех пор, пока не истощится запас ее энергии, пока не потребуется снова пополнить этот запас — завести ее.

Энергия существует вечно, никуда не пропадает и



только переходит из одного вида в другой. Когда остановились часы — это не значит, что энергия пружины исчезла бесследно. Она не пропала, а постепенно перешла в механическую энергию колес часового механизма. Механическая же энергия перешла в тепловую. Конечно, тепловая энергия здесь очень небольшая, она пошла на нагревание воздуха. И если мы ее не уловили, то совсем не значит, что ее нет.

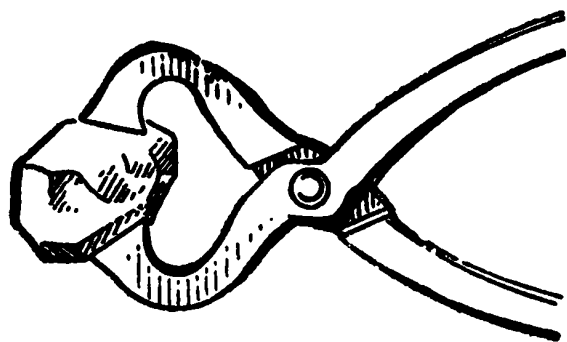
Продедаем несколько опытов с превращениями некоторых видов энергии.

На длинную и узкую полоску картона наклейте две полоски толстой бумаги с маленьким зазором между ними. Согните картонную полоску и поместите ее между двумя толстыми книгами. Пустите по желобку на полоске маленький металлический шарик. Он разовьет, катясь, большую скорость и, совершив несколько колебаний вверх и вниз, наконец остановится. В начале опыта шарик обладал потенциальной энергией. Когда же вы его отпустили, потенциальная энергия перешла в энергию движения по дугообразному желобу. Во время движения энергия шарика пошла на преодоление силы трения о поверхность желоба и о воздух, а от трения возникла теплота.

Стальная линейка, если ее согнуть, приобретает запас механической энергии — способность совершить механическую работу. При быстром выпрямлении она может перебросить, например, резинку в другой конец комнаты.

Когда вы накачиваете велосипедную камеру, насос сильно нагревается. Механическая энергия при сжатии воздуха в насосе перешла в очень заметную на этот раз тепловую энергию.

Вы каждый день можете наблюдать превращение энергии. Химическая энергия топлива превращается в



тепловую, тепловая в механическую. Это происходит и в автомобиле, и в тепловозе, и в самолете. Такое же превращение энергии происходит и при взлете космического корабля, в первые минуты его старта, когда работают его двигатели.

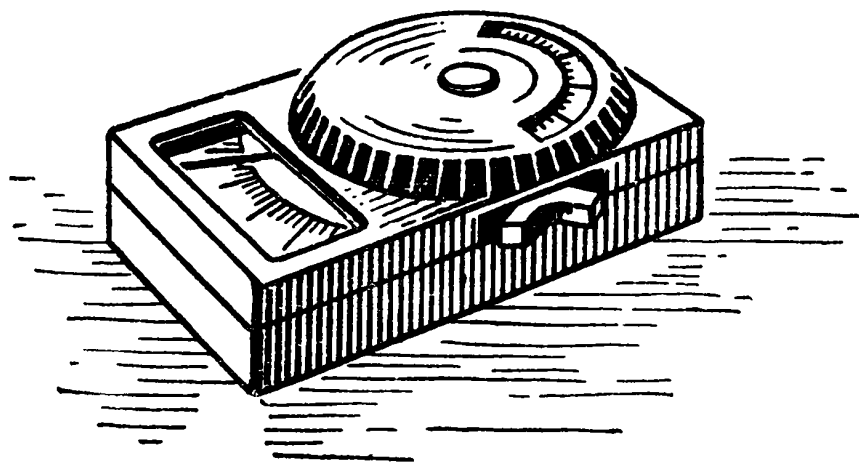
А вот еще один интересный опыт превращения механической энергии в световую.

Возьмите кусок пиленого сахара (не прессованного, так называемого легкорастворимого) и щипчики, которыми колют сахар. Опыт проводится в полной темноте, когда глаза уже к ней привыкли. Вы колете щипчиками сахар и наблюдаете, что при этом происходит. В момент, когда щипчики раскалывают сахар, в месте раскола вспыхивает голубоватый огонек. Это вспышка холодного света. Холодное свечение возникает при разломе кристаллов и носит замысловатое название — триболюминесценция.

Превращение света в электричество

Мы привыкли легко превращать электричество в свет. Для этого нужно только повернуть выключатель. Но существует явление, когда свет превращается в электричество. Это явление называется фотоэффектом. Оно было исследовано и изучено выдающимся русским физиком Александром Григорьевичем Столетовым в конце прошлого века. Он установил, что если осветить цинковую пластинку ярким светом электрической дуги, тогда в той цепи, в которой эта пластинка находится, появится

электрический ток. На этом открытии основано применение фотоэффекта в наши дни. Он широко применяется и в промышленности и в повседневной жизни. Звуковое кино, телевидение не могли бы

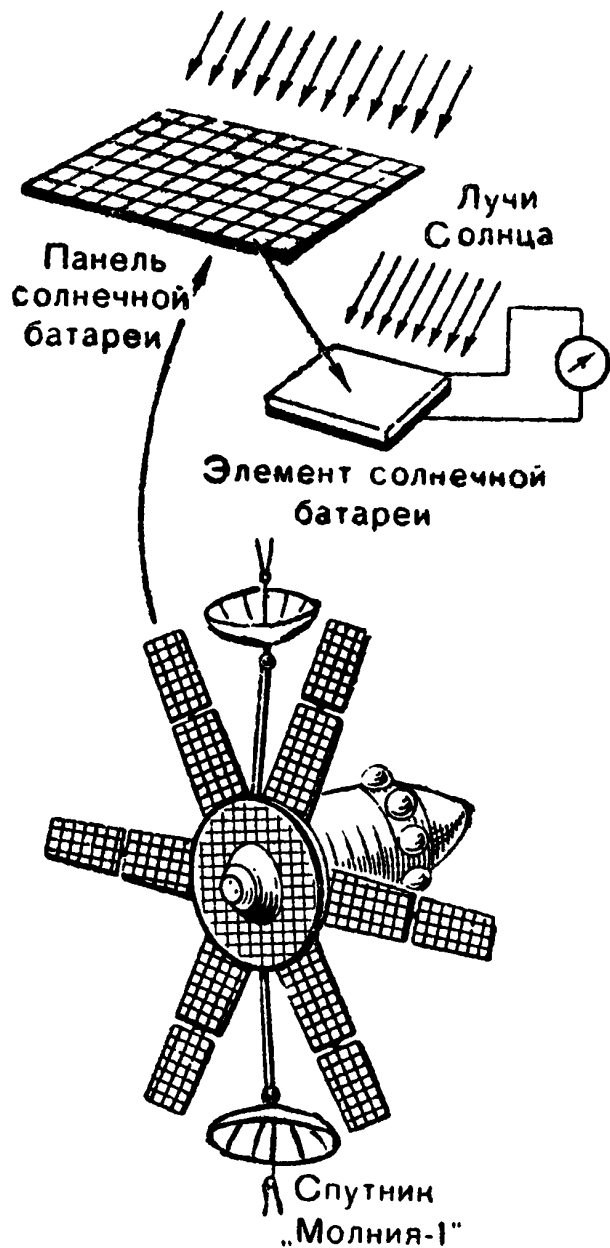


существовать без применения фотоэффекта.

Но фотоэффект — это не только усиление электрического тока при освещении некоторых металлов, находящихся в электрической цепи. Фотоэффект может проявляться и по-другому. В некоторых полупроводниках, когда они освещены, возникает электрический ток, которого раньше в них не было. Световая энергия в них превращается в энергию электрическую.

Одно из применений этого явления — использование его в фотоэкспониметре для определения экспозиции при фотосъемках. Вы можете наблюдать, держа в руках фотоэкспониметр, как отклоняется его стрелка, когда он направлен на освещенные предметы.

Солнечные батареи на космических кораблях, спутниках, луноходах, орбитальных станциях обеспечивают нужное питание электрической энергией. Вы их часто видели на снимках и рисунках. Обычно это несколько панелей, на которых смонтированы полупроводниковые элементы. Солнечный свет, падая на эти элементы, превращается в них в электрический ток.



Космический опыт Жюль Верна

Герои известного романа Жюль Верна «Гектор Сервадак» попали на астероид. Они называли его Галлией.

Астероид мчался в космическом пространстве, все дальше и дальше удаляясь от Земли. На нем находилось несколько человек.

Приведем один эпизод из жизни этих колонистов.

«Этот же день был примечателен переходом одной

из стихий Галлии в новое физическое состояние; на сей раз способствовали этому сами колонисты.

После их окончательного переселения с острова Гурби на Теплую Землю им было необходимо ускорить замерзание Галлийского моря. Путь по льду облегчал сообщение с островом, выиграли бы от этого и охотники, получив более обширное поле деятельности.

Итак, в этот день капитан Сервадак, граф Тимашев и лейтенант Прокофьев собрали все население на высокой прибрежной скале, которою заканчивался мыс.

Вода в море не застывала, хотя была довольно низкая температура. Это объяснялось ее полной неподвижностью: морскую поверхность не волновало ни малейшее дуновение. Как известно, в этих условиях вода не превращается в лед даже при температуре на несколько градусов ниже нуля, но простого сотрясения достаточно для того, чтобы она мгновенно замерзла.

В назначенный час явилась также и маленькая Нина со своим юным другом Пабло.

— Поди сюда, моя голубка,— подзвал ее капитан Сервадак,— и скажи нам, сумеешь ли ты бросить в море кусок льда?

— Конечно,— ответила девочка,— но только мой друг Пабло бросил бы ледышку куда дальше!

— А ты все-таки попробуй!

И Гектор Сервадак вложил кусочек льда в детскую ручонку, сказав:

— Смотри во все глаза, Пабло! Увидишь, какая волшебница наша Нина!

Нина размахнулась, и льдинка полетела в водную гладь...

И тут же раздался оглушительный скрежет и треск, подхваченный где-то далеко, за пределами горизонта: вся вода на поверхности Галлийского моря мгновенно превратилась в лед!»

Здесь фантастичны только масштабы, но суть явления реальна, научно обоснована.

Кристаллические вещества плавятся и затвердевают при одной и той же температуре, постоянной для данного вещества (при условии постоянного давления).

Лед, например, тает при 0° .

Для того чтобы лед растаял, нужно, нагрев его до 0° , продолжать добавлять тепло. Это дополнительное

тепло идет на разрывание связей между молекулами, образующими кристаллы льда. Но температура в процессе таяния будет сохраняться постоянная, равная 0° .

В лед вода превращается при той же температуре 0° , и эта температура не изменяется, пока данное количество воды не замерзнет.

Но вода, как и другие жидкости, принимающие при затвердевании кристаллическую структуру, обладает интересным свойством — ее можно переохлаждать, то есть доводить до температуры значительно ниже нуля. При этом вода не должна подвергаться сотрясениям.

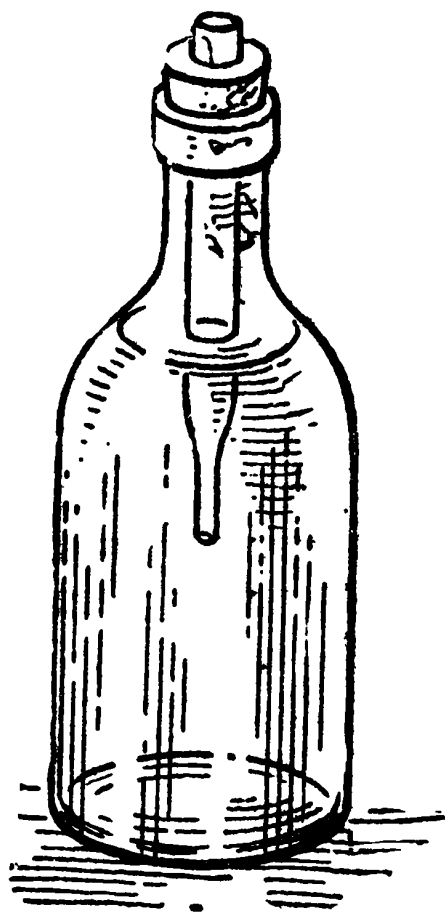
Мы с вами сделаем опыт, описанный Жюлем Верном, но не с водой, а с более удобным для опыта веществом, да и масштабы будут скромнее. Мы поставим опыт с гипосульфитом — кристаллическим веществом, которое применяется в фотографии в качестве закрепителя. Когда будете покупать гипосульфит, обратите внимание, чтобы у него были крупные кристаллы и чтобы он был сухой.

Наполните стеклянный пузырек кристаллами гипосульфита. Затем поставьте его в кастрюлю с теплой водой и начните ее подогревать. Нужно добиться, чтобы весь гипосульфит расплавился, превратившись в прозрачную жидкость. Для этого наклоняйте пузырек из стороны в сторону, но так, чтобы вода не попала в него.

Сделайте из бумаги пробку и пропустите через нее стеклянную трубку от пипетки. Когда вы заткнете пузырек, узкий конец трубки должен входить в расплавленный гипосульфит. Наружный конец трубки заткните ваткой, чтобы в него ничего не попало. Пузырек поставьте в такое место, где он будет предохранен от сотрясений.

Через некоторое время, примерно через 2—3 часа, пузырек остынет до комнатной температуры.

Осторожно снимите ватку и бросьте в трубку кристаллик гипосульфита. Он должен быть такого размера, чтобы мог застрять в узком конце трубки.



На ваших глазах от конца трубки начнется стремительная кристаллизация всего содержимого пузырька. Гипосульфит мгновенно затвердеет — превратится в кристаллы.

Но самое любопытное, что пузырек, который несколько минут назад был холодным, теперь стал горячим. Вы знаете, что плавление и затвердевание кристаллических веществ всегда происходит при одинаковой температуре. Вот и теперь тепловая энергия выделилась в результате быстрой перестройки молекул гипосульфита, переходящего из жидкого состояния в твердое.

ОПЫТЫ С ЗАКОНАМИ ДВИЖЕНИЯ

Инерция вокруг нас

Часто мы слышим и употребляем слово инерция. Его произносят даже те, кто еще не знает или уже забыл первый закон движения Ньютона.

Слово «инерция» — латинское слово. Означает оно недеятельность, лень, косность. О ленивом, малоподвижном человеке говорят: «Он очень инертный». Это прямое значение слова «инерция».

В физике же оно применяется, когда хотят объяснить определенное свойство тела, когда хотят сказать, что тело, будь то брошенный камень или катящийся по рельсам вагон, движется само по себе, даже тогда, когда на него движущая сила уже перестала действовать.

И наоборот, если тело неподвижно, оно с места не сдвинется, и чтобы сдвинуть его, нужно применить определенную силу.

Итак, каждое тело обладает свойством сохранять то состояние, в котором оно находится, сохранять состояние покоя или прямолинейного равномерного движения, если никакая сила не заставит его остановиться или не отклонит в сторону.

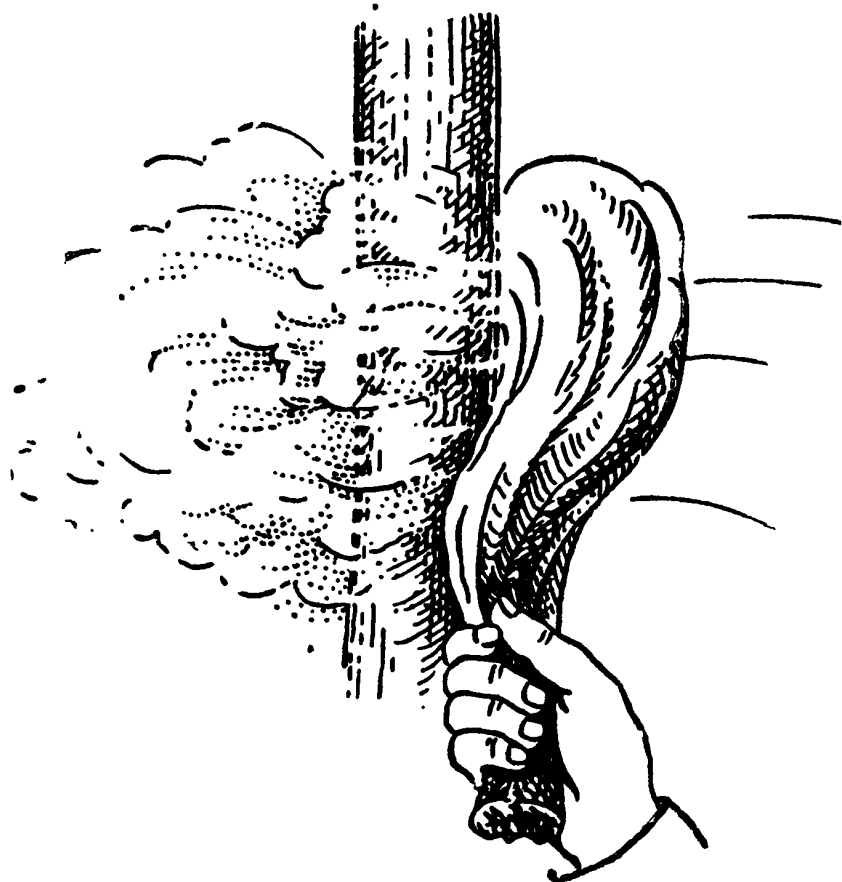
А вот бытовые примеры, иллюстрирующие явление инерции.

Когда после домашней уборки вы вытряхиваете во дворе пыльную тряпку, обратите внимание, как из нее вылетает пыль.

Пыль стремительно вылетает из тряпки, когда вы

бьете эту тряпку о что-нибудь, например о столб. При ударе тряпка резко останавливается, и пыль по инерции вылетает из нее.

Когда вы выливаете воду из стакана, вы совершаете быстрое движение рукой и внезапно останавливаете руку. Вода по инерции движется дальше, выплескиваясь из стакана.



Когда вам нужно подготовить медицинский термометр для измерения температуры, его приходится несколько раз сильно встряхнуть. Тогда столбик ртути по инерции опустится вниз — в резервуар.

Наблюдая все, что происходит вокруг, вы можете сами привести еще много случаев инерции. Например, когда вы едете в трамвае, автобусе, троллейбусе и происходит внезапная, резкая остановка, вы испытываете толчок, как будто какая-то невидимая сила толкнула резко вас вперед.

Инерция широко используется и в промышленности и на транспорте. Перед тем как затормозить автомашину, обычно сначала отключают двигатель, и машина некоторое время движется по инерции. А когда большое судно подходит к пристани, винты уже не работают, и оно медленно движется по инерции, пока не встанет на свое место.

Иногда с инерцией приходится и бороться. Например, самолет, совершая посадку, хотя и летит по инерции, но скорость у него еще очень большая и ее приходится гасить специальными тормозными приспособлениями.

При возвращении космонавтов на Землю тоже приходится гасить скорость, прежде чем раскроется парашют.

Опыт движения «вверх ногами»

П. Н. Нестеров был выдающимся русским военным летчиком, основоположником высшего пилотажа. В 1913 году он впервые в мире выполнил на аэроплане фигуру, названную впоследствии его именем — «петля Нестерова». Аэроплан разгонялся, пикировал, затем с помощью руля круто поворачивался вверх носом, переворачивался на «спину», носом вниз, в результате чего получался замкнутый круг в вертикальной плоскости. Инерция играла большую роль в этом маневре.

В давние времена большим успехом у публики пользовался аттракцион с велосипедистом, который часть своего пути совершал колесами вверх. Дорожка, по которой исполнитель этого трюка мчался на большой скорости, съехав с большой высоты, образовывала петлю в вертикальной плоскости. В этой петле велосипедист описывал спираль. В верхней ее части он ехал вверх колесами, а затем благополучно съезжал вниз, вызывая вздох облегчения у публики.

Описанный номер очень напоминает петлю Нестерова.

Для успеха этого номера его исполнитель должен был обеспечить своему велосипеду большую скорость, а это можно было сделать, съезжая с определенной высоты. Отправная точка находилась значительно выше верхней точки петли. Движение велосипедиста в расположенном вертикально кольце похоже на вращение камня на веревке. Ведь камень, натягивая веревку, находясь в верхней точке описываемого круга, не срывается с нее. Также и велосипедист при большой скорости прижимается к своей кольцевой дорожке и не падает, когда едет по ней по инерции вверх колесами.

В нашем домашнем опыте не будет ни пилота, ни велосипедиста, их роль будет скромно выполнять стальной шарик (от шарикового подшипника).

Дорожку с вертикальной петлей нужно изготовить, исходя из размеров шарика, который у вас есть. Предположим, у вас есть стальной шарик диаметром 9 миллиметров. Возьмите плотную рисовальную бумагу или тонкий картон, вырежьте из нее полосу шириной 2,5 сантиметра и длиной 120 сантиметров (если такой длинной бумаги нет, можно склеить полосу из двух, трех кусков).

У бумажной полосы по всей ее длине загните бортики высотой 7 миллиметров. У вас получится длинный желоб. Теперь на одном из его концов сделайте петлю диаметром 8 сантиметров. Для того чтобы можно было согнуть петлю, от конца желоба на протяжении примерно 26 сантиметров в бортиках сделайте ножницами прорезы через каждые 3—4 миллиметра. Когда вы согнете эту часть желоба, образовав правильную окружность, нужно, разведя немного (на ширину желоба) друг от друга концы петли, приклеить их к кусочку картона, чтобы они не расходились.

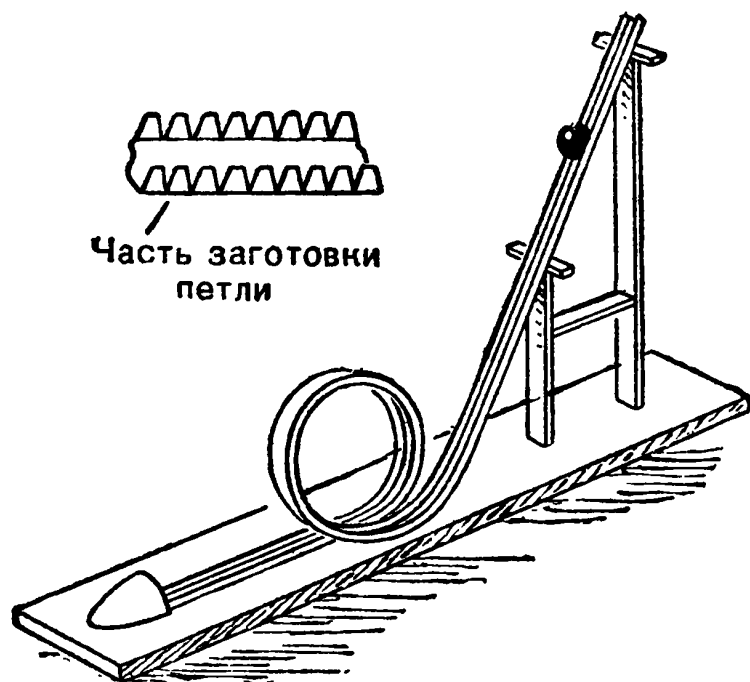
Теперь смонтируйте модель. Если вы приложите старание, то можно сделать красивую конструкцию и отнести ее в школьный физический кабинет как наглядное пособие.

Установите вертикально бумажную петлю. Конец девяностосантиметрового желоба закрепите на высоте (считая от основания петли) 40 сантиметров. Круто и плавно спускаясь, желоб должен тоже плавно переходить в петлю. К другому концу петли, так сказать, к ее выходному концу, приклейте такой же желоб, но длиной 20 сантиметров. На его конце сделайте из бумаги «карман» — ловушку для шарика, чтобы после каждого запуска не искать его по всей комнате.

Проследите, чтобы конструкция была достаточно жесткая, не прогибалась под тяжестью шарика, и чтобы дорога для шарика была плавная, ровная, без зазубрин и шероховатостей.

Когда все будет готово, можно пустить шарик с верхней точки желоба. Покатившись, шарик наберет нужную скорость, обеспечит себя инерцией, пройдет верхнюю точку петли, скатится по ней и закончит свой путь в ловушке.

Проделявая этот опыт, меняйте высоту, с которой запускаете шарик, и наблюдайте его поведение. Проследите, какая высота его запуска будет критической, то есть ко-



гда шарик не в состоянии будет пробежать по петле весь путь.

Этот опыт можно усовершенствовать — сделать еще одну петлю меньшего размера, тогда шарик будет пробегать две петли и после этого останавливаться в ловушке.

Лунный опыт

Часто мы употребляем слово *м а с с а*, но не всегда правильно его истолковываем. Вот как очень образно говорит о массе Ю. А. Селезнев в книге «Основы элементарной физики»:

«К сожалению, неясность и нечеткость введения и использования понятия массы встречается очень часто. Иногда говорят о перетекании определенной массы жидкости из одного сосуда в другой, о подвешенной на нитке или лежащей на столе массе и пр. Подобные выражения не имеют никакого физического смысла и в немалой степени способствуют затуманиванию содержания понятия массы.

Масса тела — это прежде всего его свойство откликаться определенным ускорением на действие определенной силы. Утверждение, что *м а с с а т е л а* — *м е р а* его инертности, имеет тот же смысл».

И далее: «Если масса — определенное свойство тела, то, как любое другое свойство, она не может «висеть», «лежать» или «перетекать», ее нельзя потрогать или положить в карман. Никому не приходит в голову подвешивать на нитке белизну снега или прозрачность воды, а массу почему-то «подвешивают»!»

Для определения веса пользуются весами пружинными или коромысловыми. Единицей веса служит, как вы знаете, килограмм. Для определения массы тоже пользуются весами, но только коромысловыми весами, на которых сравнивают измеряемую массу с массой эталона в один килограмм.

Давайте совершим воображаемый опыт. Мы прилетели на Луну и привезли с собой пакет с шестью килограммами сахара. Взвешивая пакет с сахаром на Луне на пружинных весах, мы обнаруживаем, что у нас в пакете всего-навсего... один килограмм. Но если мы взвесим наш сахар не на пружинных, а на коромысловых

весах, положив на одну чашку пакет с сахаром, а на другую шестикилограммовую гирию, то убедимся, что все в порядке — сахар не исчез. Уменьшился только вес, сахар стал в шесть раз легче, потому что Луна меньше Земли, ее сила притяжения меньше в шесть раз. Что же касается свойства пакета с сахаром откликаться на приложенное к нему ускорение, то есть его массы, то она никуда не исчезла, она точно такая же, как и на Земле.

Вес может уменьшаться, даже может исчезать (когда пакет с сахаром летел в ракете на Луну, он вообще ничего не весил), масса же никогда не исчезает.

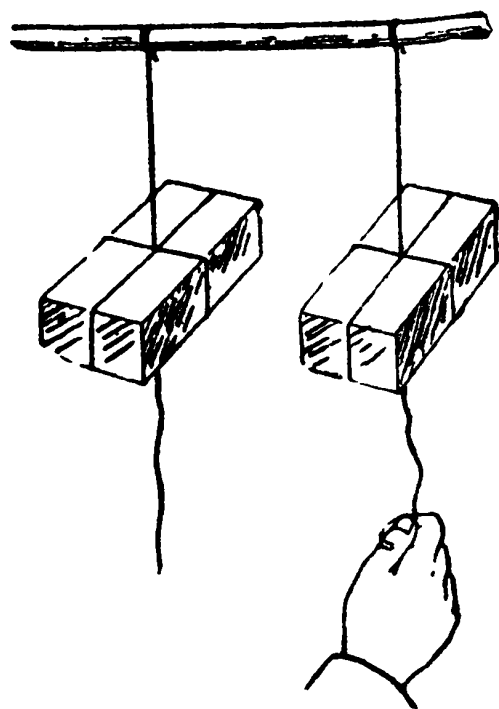
Опыт с инертностью

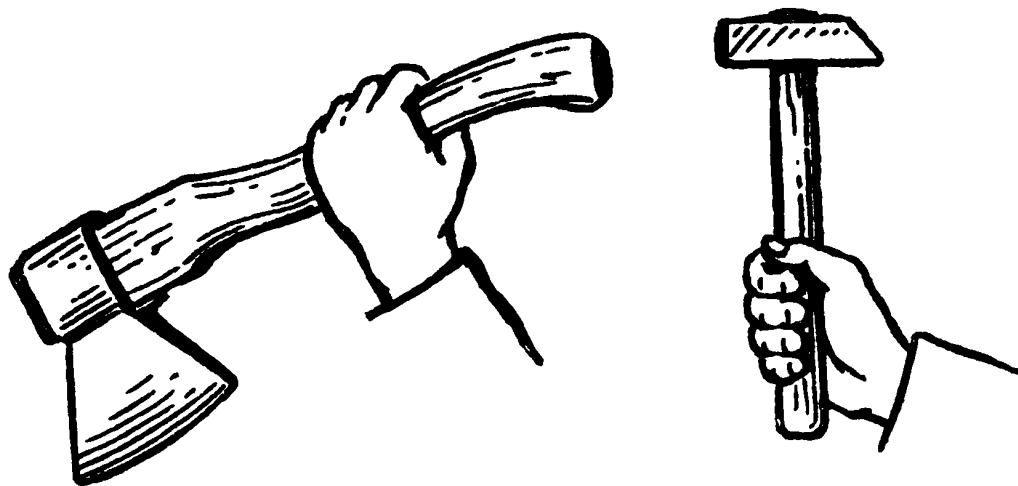
Вы уже, наверное, убедились, какое интересное явление инерция. Все, что в природе материально, обладает свойством инерции.

А теперь сделаем несколько опытов. Проследим за свойством каждого тела реагировать, откликаться определенным ускорением на приложенную к нему силу.

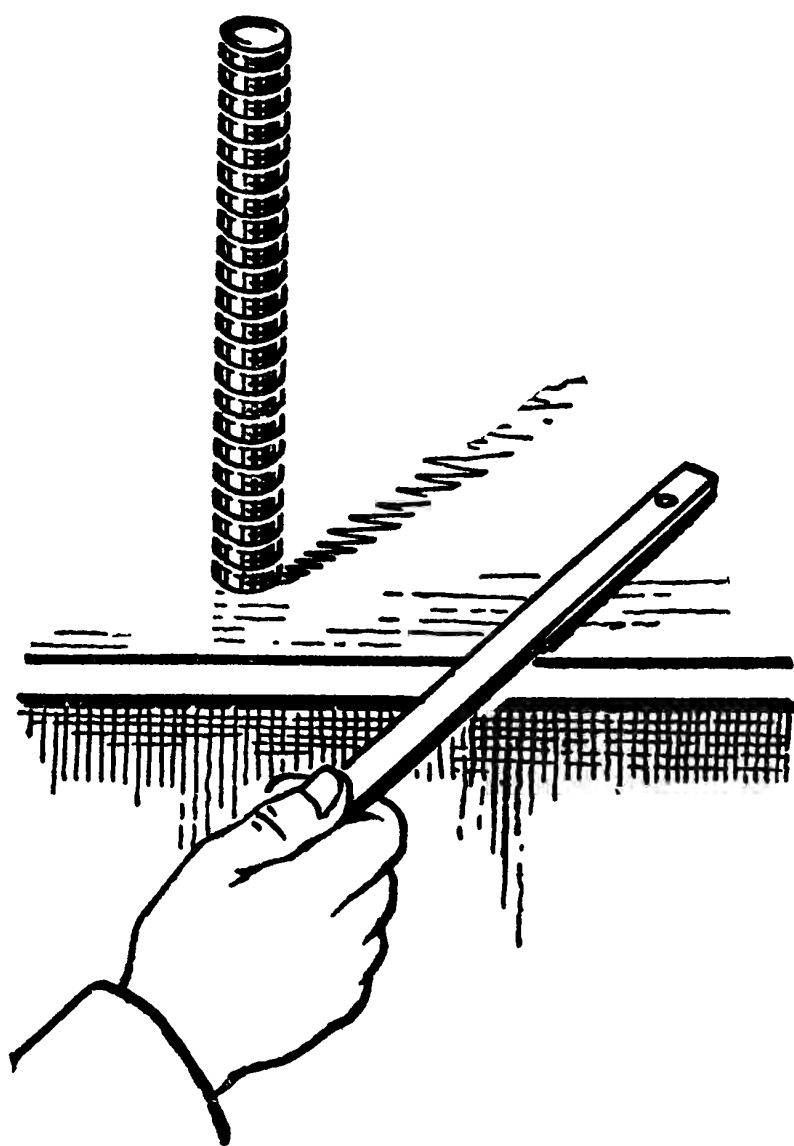
Подвесьте на нитках две одинаковые коробки из картона. Одна коробка пустая, другая наполненная песком или глиной. Привяжите к нижней части каждой коробки по такой же нитке, на каких они висят. Если вы с силой дернете нижнюю нитку, привязанную к пустой коробке, то может оборваться любая из ниток — та, на которой коробка висит, или же та, за которую вы дернули. Инертность пустой картонной коробки невелика, поэтому рывок воспринимается обеими нитками одинаково. Иное произойдет со второй коробкой, заполненной песком или глиной. При резком рывке за нижнюю нитку должна порваться нижняя нитка. Наполненная песком или глиной, коробка обладает большой инертностью, она не успеет передать усилие рывка верхней нитке, поэтому порвется обязательно нижняя нитка.

Приходилось ли вам насаживать топор на топорище? Это





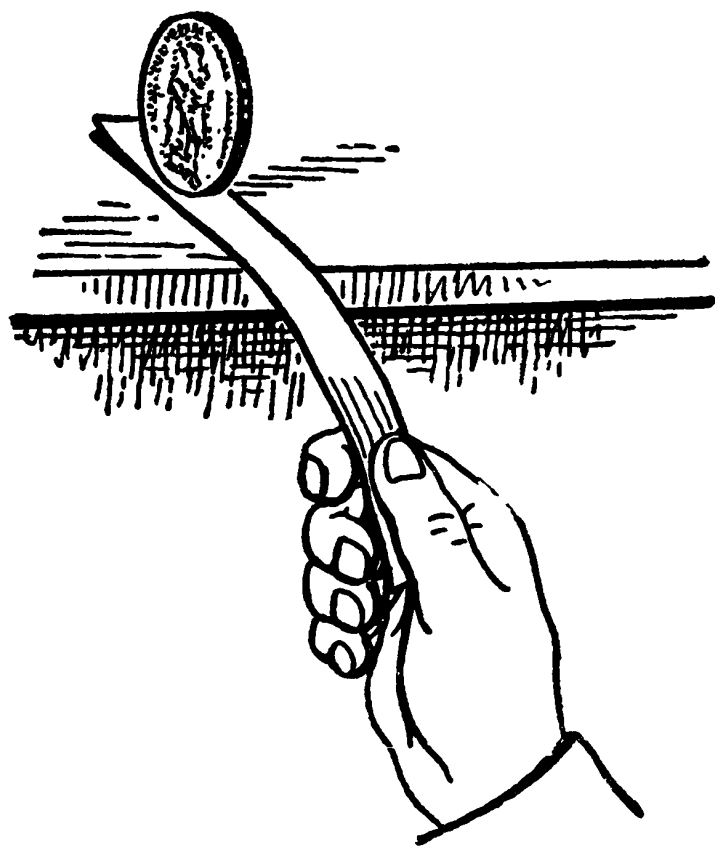
делается так: топориче держат в левой руке, топор слегка насажен на его широкий конец. По другому концу топорича бьют молотком. Стальной топор обладает большей массой, большей инертностью, чем деревянное топориче, поэтому стальной топор слабо реагирует на доходящие до него удары, а топориче менее инертно, и оно при каждом ударе входит на свое место, даже не смотря на сильное трение.



Для следующего опыта нам понадобятся шашки или монеты одинакового размера. Если у вас не шашки, а монеты, то весь столбик, в который они сложены, нужно поставить на большую монету — пятак или рубль. Поверхность, на которую поставлен столбик из шашек или монет, должна быть гладкая. Если в этом опыте использованы шашки, то понадобится деревянная линейка, если монеты, то металлическая.

Быстрым, сколь-

зящим ударом линейки по нижней шашке (или монете) вы выбиваете ее из-под столбика. Столбик остается на месте — здесь проявилась его инертность. Выскользнувшая из-под столбика шашка или монета «не успела» передать всему столбику сообщенную ей скорость.



Этим опытом забавлялись любители занимательных опытов еще в конце прошлого века. А вот еще один интересный опыт тех же времен. Но для удачного его выполнения нужна предварительная тренировка.

На край гладкого стола положите узкую полоску бумаги (шириной 2—3 сантиметра). Конец полоски должен свешиваться. На ее другой конец, лежащий на столе, поставьте на ребро вдоль полоски юбилейный рубль. Монету надо подобрать с нестертыми краями. Конечно, монета должна стоять ровно, без малейшего наклона. Резким рывком выдерните бумажную полоску из-под монеты. При некотором навыке можно добиться, что монета даже не дрогнет. Монета, как и всякое материальное тело, обладает инертностью, и быстрый рывок не успел сообщить ей ускорение, привести ее в движение. Производя этот опыт, наблюдайте, как ведет себя монета при разных усилиях, с какими вы выдергиваете бумажную полоску.

Опыты с тремя кирпичами

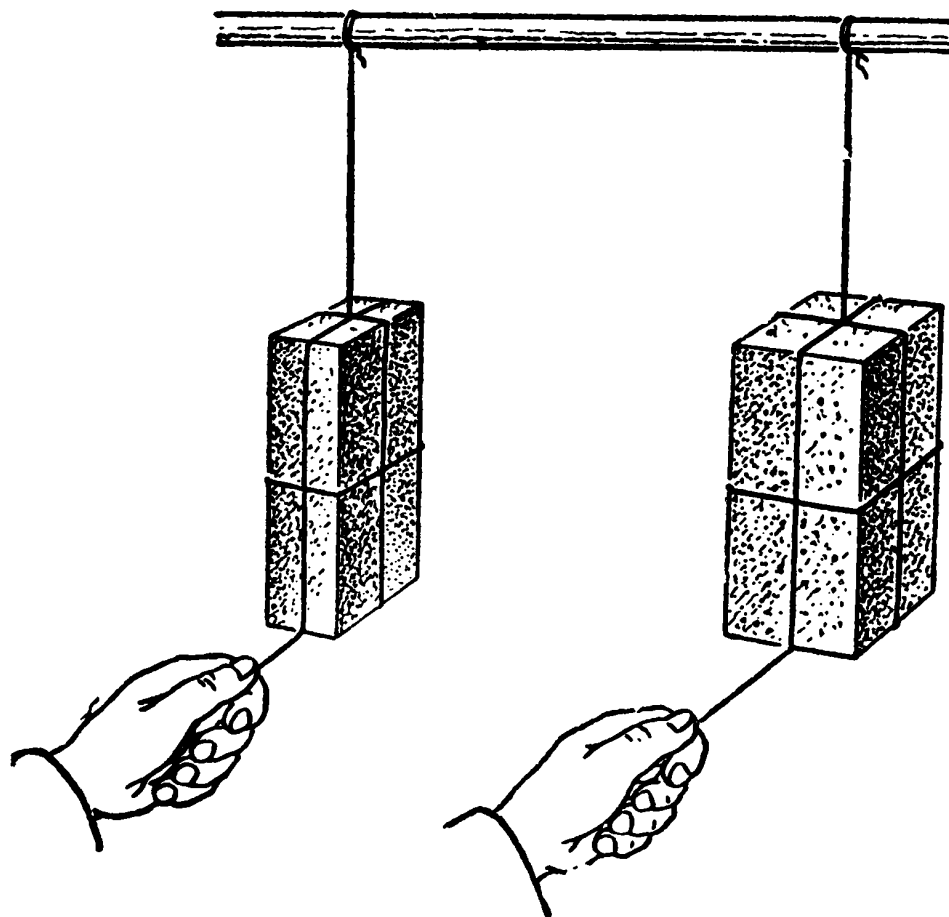
Эти опыты немного похожи на опыт с двумя коробками.

Подвесьте на какой-нибудь перекладине на бечевке один кирпич, а рядом два кирпича, связанные вместе.

Перед вами два «физических тела». У одного из них инертность в два раза больше, чем у другого. Попытай-

тесь легким толчком мизинца, самого маломощного пальца, толкнуть сначала один кирпич, потом связанные два кирпича. Одного и того же усилия, чтобы их качнуть на одинаковое расстояние, недостаточно.

Для того чтобы в этом лучше убедиться, привяжите к одному и к двум кирпичам по одинаковой тонкой резинке.



Когда вы потянете по очереди за резинки, вы убедитесь, что кирпичи сходят со своих мест при разных растяжениях резинок. Когда приходят в движение два кирпича, резинка растянулась сильнее, значит, и сила была приложена бóльшая.

«Что же здесь удивительного? — скажете вы. — Ясно, что два кирпича тяжелее, чем один, и, конечно, чтобы их сдвинуть, надо затратить больше силы». Однако дело здесь не в весе, а в том, что два кирпича более инертны, чем один, и, чтобы им придать одно и то же ускорение, надо и силу приложить бóльшую.

Но подвешенные кирпичи не только сдвигались с места, они немного приподнимались. В подобных случаях ученые говорят, что опыт поставлен не чисто. Поэтому повторим этот опыт, перенесясь мысленно в помещение орбитальной станции, где все находится в состоянии невесомости. Наши подопытные кирпичи парят в воздухе, как и те предметы, которые нам часто показывают космонавты во время телевизионных передач с борта орбитальной станции. И вот оказывается, что хотя кирпичи в состоянии невесомости ничего не весят, но чтобы сообщить им одно и то же ускорение, на два кирпича, связанные вместе, надо затратить больше усилия, чем на один кирпич. Веса нет, но масса никуда не исчезла, инертность сохранилась.

Планеты на привязи

Земля мощным притяжением удерживает на своей поверхности все, что на ней находится. Удерживает не только нас с вами и все живущее на Земле, но и все предметы, камни, скалы, пески, воду океанов, морей и рек, атмосферу, окружающую Землю.

Исаак Ньютон сформулировал очень важный закон — закон всемирного тяготения. Он доказал, что тяготение существует не только на Земле, но и в необъятных просторах Вселенной. Все тела Вселенной — Солнце, планеты с их спутниками, отдельные звезды и звездные системы — притягиваются друг к другу. Сила этого притяжения зависит от размеров небесных тел и от расстояний между ними. Чем меньше расстояние, тем притяжение сильнее. Чем больше расстояние, тем притяжение слабее.

Приведенные когда-то какой-то мощной природной силой в движение Земля и все другие планеты, близкие и далекие наши соседи по Солнечной системе, вращаются вокруг Солнца по своим постоянным, не меняющимся орбитам.

Обратите внимание: когда вы вращаете на веревке камень, он не может лететь по прямой линии — его удерживает на круговой орбите веревка. Но если веревка оборвется или ее сознательно отпустить, камень, стремясь двигаться по инерции, полетит по прямой линии —

касательной к его орбите, окружности, которую он описывал.

Каждая планета, как и камень, вращается «на привязи». И если у камня привязью служит веревка, то у планет привязью служит могучее притяжение Солнца. Скорости, с какими летят планеты, огромны, и, конечно, если бы солнечное притяжение не отклоняло их с прямого пути, заставляя описывать эллиптические орбиты, то около Солнца не осталось бы ни одной планеты.

А Земля, в свою очередь, незримой силой тяготения удерживает Луну на ее круговой орбите, заставляя вращаться вокруг себя.

Но что произойдет, если внезапно перерезать эти незримые «канаты-тяготения» между Землей и Луной, между Солнцем и планетами? Если выключить тяготение, как мы выключаем телевизор, радио или электрическую лампочку?

Ответом на этот вопрос послужат следующие опыты.

Опыт с выключенным тяготением

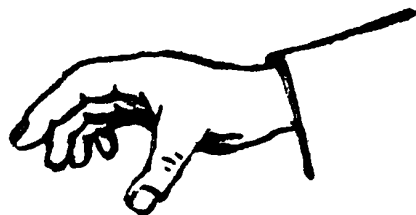
Прежде чем проделать этот опыт, проделаем два вспомогательных. Первый опыт иллюстрирует случай, когда планета совершенно неподвижна и на нее действует только притяжение Солнца. Второй опыт — когда планета и движется по орбите и на нее действует притяжение нашего светила.

И наконец, главный опыт — притяжение неожиданно выключается и действует только инерция.

Когда вы проделаете эти опыты, то убедитесь, какое большое значение имеет в природе гармоничное сочетание, казалось бы, противоположных явлений.

Первый опыт очень простой. Возьмите деревянный или металлический шарик или круглый камешек. Он никуда не летит, находится в состоянии покоя, в вашей руке. Вы стоите на полу. Выпускаете шарик из руки, он падает на пол. Вот и весь опыт. А теперь давайте наполним наш опыт содержанием, проследим, у кого какие были роли. Шарик, который вы держали в руке, — это неподвижная планета. Пол, на котором вы стоите, — Солнце. Земное притяжение, которое испытывает ша-

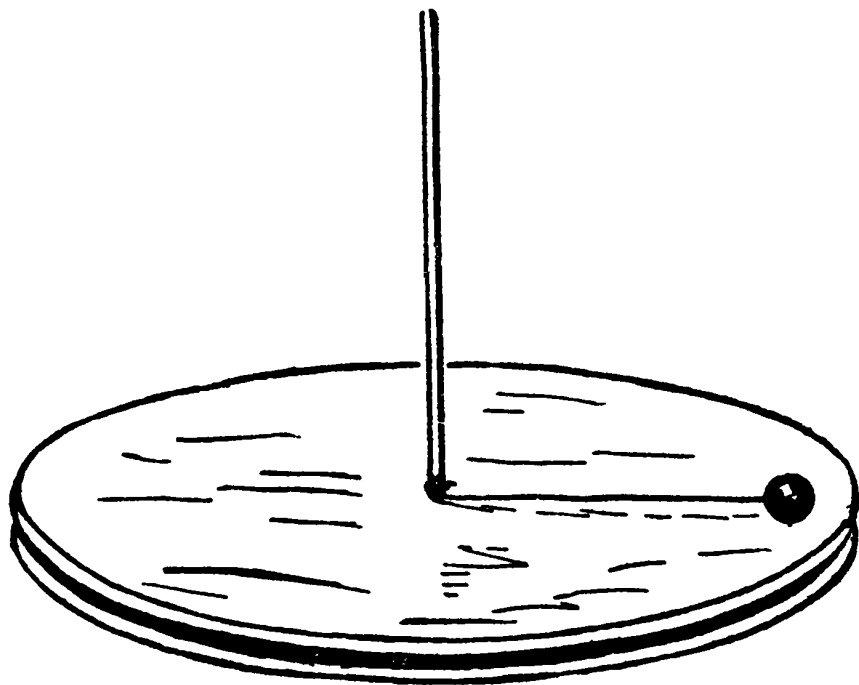
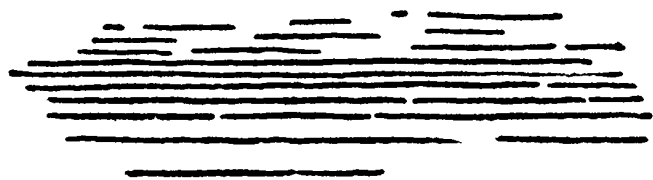
рик,— притяжение Солнца. Вот и произошло, что неподвижная, никуда не летевшая «планета», притянутая «Солнцем», падает на него.



Второй опыт сложнее. Прежде всего нужно сделать прибор, который понадобится нам и для других опытов.



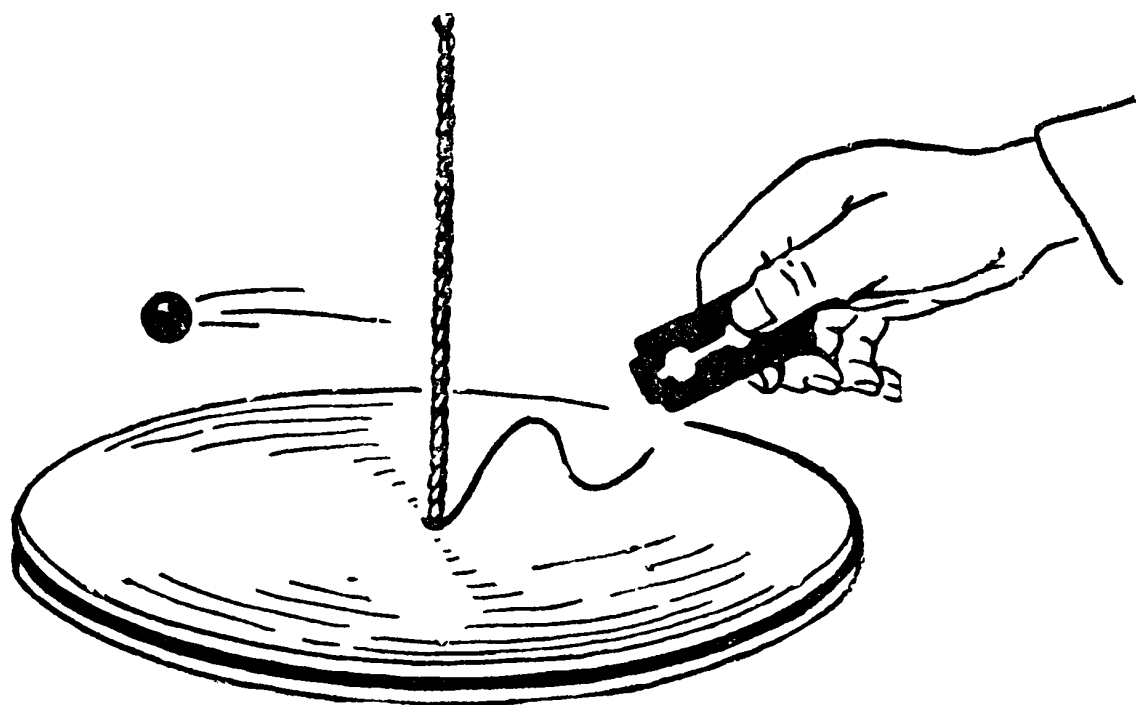
Возьмите тяжелый кружок диаметром 15—20 сантиметров (это может быть основание от старой негодной настольной лампы или несколько кружков конфорок от плиты), проденьте через отверстие в центре две прочные веревки длиной 1—1,5 метра и завяжите узел. Кружок должен висеть горизонтально на этом узле. Если вы располагаете конфорками, то нужно вырезать из фанеры два кружка и между ними зажать сложенные вместе чугунные кружки. Узел, на котором лежит фанерный кружок, закрепите маленькими гвоздиками. Нужно, чтобы при вращении дисков веревки не проворачивались в отверстии.



На фанерном кружке, около отверстия, в которое продеты скрученные веревки, вбейте маленький гвоздик. Привяжите к нему тонкую нитку. Натяните нитку до края кружка и привяжите к ее концу небольшой металлический шарик или камешек. Роли здесь будут такие: шарик — планета, центр диска — Солнце, нить — сила притяжения, которой Солнце удерживает на орбите нашу подопытную планету. Приведите диск в быстрое вращение. Перед вами будет модель движения одной из планет вокруг Солнца.

Перейдем теперь к третьему, главному опыту. Когда диск хорошо раскрутился, быстрым, легким прикосновением лезвия безопасной бритвы перережьте нитку, на которой привязан шарик или камешек. Лучше это сделать вблизи шарика. Этим вы выключаете притяжение планеты к Солнцу. И шарик-планета улетает по инерции по прямой линии в «мировое пространство», куда-нибудь в кусты или траву. В комнате этот опыт делать нельзя — можно что-нибудь разбить.

Упрощенный вариант этого опыта можно наблюдать, когда точат на точиле ножи. Сноп искр летит по инерции по касательным к вращающемуся кругу. Это раскаленные частицы металла. Они не могут удержаться на своей орбите, на которой они возникают. Ведь их никакая сила к оси круга не притягивает, и искры свободны в своем полете. Они движутся по прямым линиям. Вследствие быстроты их движения мы видим не каждую искру в отдельности, а светящиеся следы, подобные раскаленным следам метеоров, которые иногда пролетают в ночном небе.



Опыт с тремя мячиками

Сила, когда она действует на какое-то тело, все больше и больше увеличивает его скорость, вызывает ускорение этого тела. Как известно, ускорение зависит от массы и от приложенной силы. Чем больше масса, то есть чем больше инертность тела, тем бóльшую силу надо приложить для получения нужного ускорения.

При запуске спутника Земли или космического корабля его ускоряют до нужной космической скорости (если корабль запущен на околоземную орбиту, то, как уже говорилось, ему должна быть сообщена первая космическая скорость — около 7,9 километра в секунду). Когда нужная скорость уже достигнута, работа двигателей прекращается, и спутник или корабль летит по инерции с равномерной скоростью.

Но сила может быть приложена к телу и в очень короткий промежуток времени, например, при толчке, при ударе. После такого короткого действия силы тело будет двигаться только по инерции.

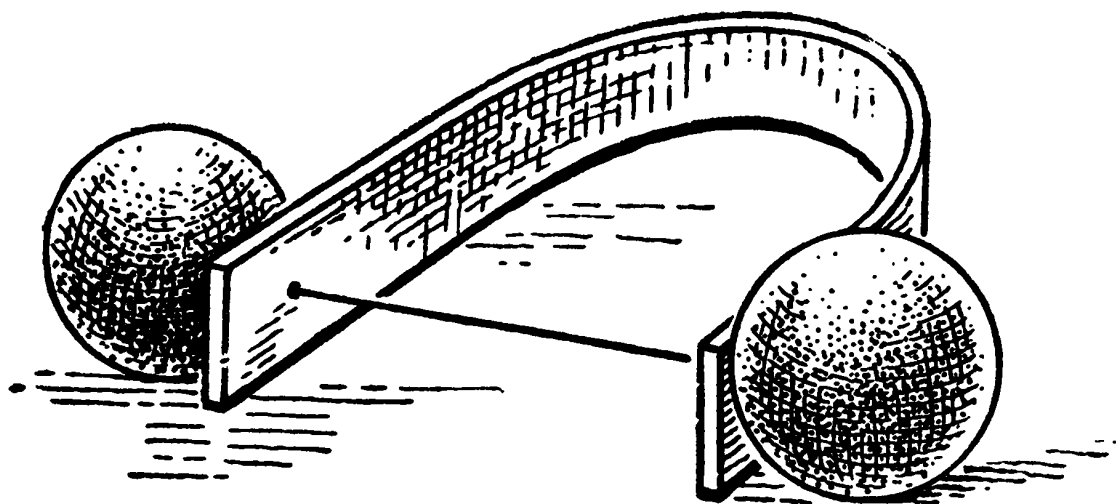
Вот такие опыты мы сейчас и сделаем.

Приобретите в магазине три одинаковых небольших (диаметром около 6 сантиметров) резиновых мячика. В одном из них прорежьте острым перочинным ножом маленькую щель длиной не больше одного сантиметра. Вставьте в прорезь небольшую воронку и насыпьте в мячик до полна сухой, чистый песок. Прорезь заклейте без латки резиновым клеем. Клей легко пройдет в разрез, если мячик слегка сдавить пальцами.

Возьмите кусок не очень толстого, но достаточно упругого картона, вырежьте из него полоску длиной 40 сантиметров и шириной 4—5 сантиметров. Проколите иглой с ниткой середину одного конца картонной полоски, завяжите нитку узлом и, согнув в дугу картонную полоску (осторожно, чтобы она не дала трещину), проколите второй конец полоски и, натянув нитку, закрепите ее.

У вас получилось нечто похожее на лук для стрельбы стрелами, только согнут наш «лук» гораздо больше, концы картонной полоски, стянутые ниткой, идут параллельно, а затем переходят в дугу.

Теперь приступим к опытам. Положите на гладкий пол комнаты нашу картонную пружину, а по обе сторо-



ны от нее, у ее концов, по одному одинаковому мячику. Мячики должны плотно прижиматься к концам картонной пружины. Зажгите спичку и поднесите ее к середине нитки. Нитка моментально перегорит, полоска распрямится, толкнет мячики с одинаковой силой, которая действует очень короткий промежуток времени. Мячики откатятся в противоположные стороны на одинаковые расстояния.

После этого опыта снова зарядите нашу картонную пружину, связав ее концы ниткой, как и прошлый раз.

Снова положите ее на пол, на то же место, но мячики около нее положите разные: с одной стороны — обыкновенный мячик, с другой — мячик, наполненный песком. Следите, чтобы мячики, как и в прошлый раз, касались концов согнутой полоски.

Поднесите к нитке горящую спичку. Картонная пружина мгновенно распрямится, толкнет мячики в противоположные стороны. Мячики откатятся, но откатятся теперь не на одинаковые расстояния, как прошлый раз. У мячика с песком масса значительно бóльшая, а поэтому и откатился он совсем недалеко.

Во время этих опытов очень осторожно обращайтесь с огнем. Конечно, можно нитку перерезать и ножницами, но при этом может быть добавочный толчок, который передастся через картонную полоску шарикам, а это нежелательно.

От мячиков к ракете

Сейчас вы проделали опыты, которые иллюстрировали очень важный закон, на нем основан запуск искусственных спутников, космических кораблей и полеты ракет. Это закон сохранения количества движения.

В физике в разделе «Механика» есть понятие «количество движения» — математическое и очень образное выражение вывода из второго закона движения Ньютона.

Выглядит это выражение так: mv — произведение массы тела m на скорость v .

Когда вы делали опыт с одинаковыми мячиками, массы которых равны, они под действием одной и той же силы откатились на одинаковые расстояния. Если помножить скорости мячиков на их массы, то получатся одинаковые произведения. Только направления у мячиков были разные.

В другом опыте, когда у мячиков массы разные, при умножении масс на скорости тоже получаются одинаковые произведения. У одного мячика масса большая, но скорость маленькая, у другого масса маленькая — скорость большая.

Когда действуют силы в замкнутой системе — а такой системой можно считать наши мячики и картонную пружину, если не принимать во внимание силы трения о пол и воздух, — то здесь имеет место закон сохранения количества движения.

Ракета на старте — тоже замкнутая система. Она будет двигаться за счет внутренних сил. Снаружи никто ее толкать не будет.

Когда она стоит на старте, ее количество движения равно нулю. Когда же заработали реактивные двигатели и из сопел с огромной скоростью вырываются раскаленные газы, ракета устремляется вверх.

Если умножить всю массу этих газов на их скорость, то произведение будет точно равно произведению массы корпуса ракеты на ее скорость. Только направления разные: раскаленные газы летят к Земле, а ракета летит от Земли.

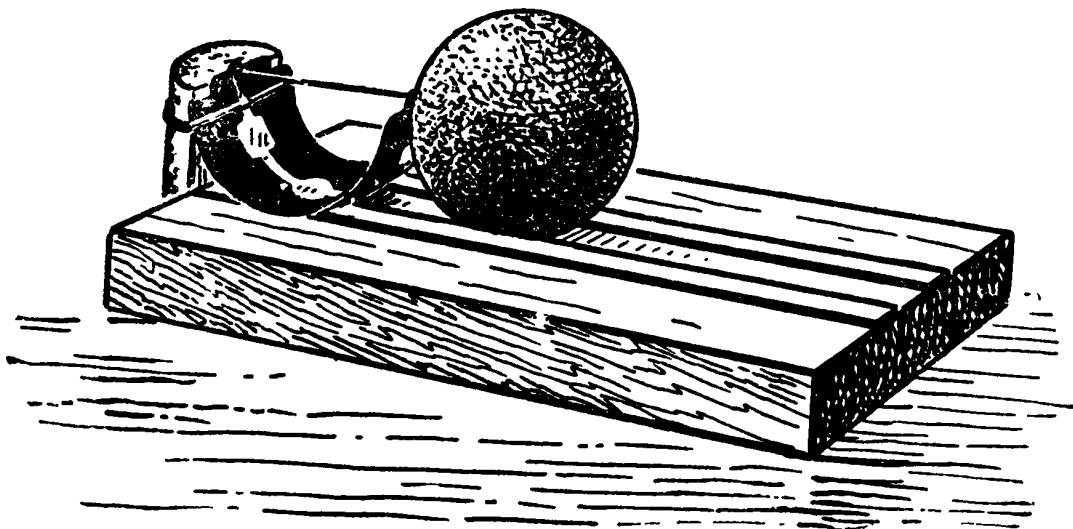
ОПЫТЫ С РЕАКТИВНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

Реактивный плот

Начнем сразу с опыта, который даст возможность наблюдать реактивное движение, как говорится, в натуре. Опыт довольно простой, но чтобы он прошел удачно, его нужно хорошо подготовить.

Выпилите из доски прямоугольный кусочек толщиной 1,5 сантиметра, шириной 5 и длиной 10 сантиметров. Это будет маленький плот — основа нашего прибора. К его узкой стороне посередине приклейте неразстворимым в воде клеем и прибейте маленьким гвоздиком половинку разрезанной вдоль бутылочной пробки (из пробкового дерева). Один конец этой половинки должен быть вровень с дощечкой, а другой — возвышаться на два сантиметра. Затем вырежьте из картона две узкие полоски размером $0,5 \times 10$ сантиметров и приклейте их посередине плотика (начиная от пробки) с зазором в пять миллиметров.

Возьмите лезвие безопасной бритвы (надо их иметь несколько — они легко ломаются), согните его, насколько это возможно, и свяжите концы ниткой, как вы это делали, когда «заряжали» картонную пружину в опыте с мячиками. Здесь бритва будет играть ту же роль — роль пружины. Переверните согнутую бритву концами вверх и, приложив один конец к пробке, прикрепите к ней ниткой. Кроме этого, обхватите конец лезвия тонкой проволокой и, закрутив ее, плотно прижмите его к пробке.



Для этого опыта нужно приобрести деревянный или пластмассовый шарик диаметром три сантиметра. Вес шарика не должен быть больше 10 граммов (не больше веса двух пятаков). Деревянный шарик имеет то преимущество, что он не тонет, и его легче будет найти, если опыт будет проводиться на берегу пруда или озера. Но конечно, опыт вполне можно сделать и в большом тазу или в ванне. Важно, чтобы вода была спокойная, чтобы не было ни волн, ни течения, ни ветра.

Положите на воду плотик с «заряженной» пружинной бритвой. На картонную дорожку, прижав к концу бритвы, положите деревянный шарик. Конец бритвы должен касаться середины шарика или быть чуть выше его середины. Когда плотик успокоится, перестанет качаться после опускания на воду, поднесите к нитке, стягивающей концы бритвы, горящую спичку. Делайте это осторожно, не касаясь ни нитки, ни бритвы. Нитка перегорит, бритва своим концом ударит по шарiku, и он соскочит с плотика в воду. Плотик поплывет в противоположную сторону.

С похожим опытом вы уже познакомились, когда картонная пружина, распрямляясь, ударяла по двум мячикам, приводя их в движение. Шарик откатывался в разные стороны. Здесь произошло то же самое, только вторым мячиком был сам плотик. В обоих случаях действовал принцип реактивного движения.

Шарик, соскочивший с плотика, подобен продуктам сгорания топлива, вылетающим из сопел ракеты. Пружина, распрямившись, нажала на шарик и одновременно на стенку «камеры сгорания» — пробку, к которой она привязана. Но шарик под напором пружины вылетел с нашей плавучей «ракеты», а давление на противоположную стенку «камеры сгорания» заставило ее под этим напором двинуться в противоположную сторону.

В ракете, которая вылетает со старта, непрерывно в течение короткого промежутка времени сгорает топливо. Из узкого, постепенно расширяющегося отверстия, сопла, вырываются под большим давлением и с большой скоростью продукты сгорания — газы. Ракета при этом получает ускорение, пока не будет достигнута нужная скорость, и летит в сторону, противоположную вылетающей струе газов.

Ракета может лететь с работающими двигателями и

в безвоздушном пространстве. Топливо в камере сгорания получает для сгорания нужную порцию кислорода. И летит ракета только благодаря реактивной силе, силе отдачи, а не благодаря отталкиванию от воздуха.

Отдача происходит и при стрельбе орудий и при стрельбе из ружья или винтовки. Снаряд или пуля летят в одну сторону, а орудие и винтовка движутся в другую. Но у снаряда или пули массы значительно меньшие, чем у орудия и винтовки. Вспомните опыт с мячиками, у которых разные массы. Какой из них откатится дальше? Конечно, тот, у которого масса меньше.

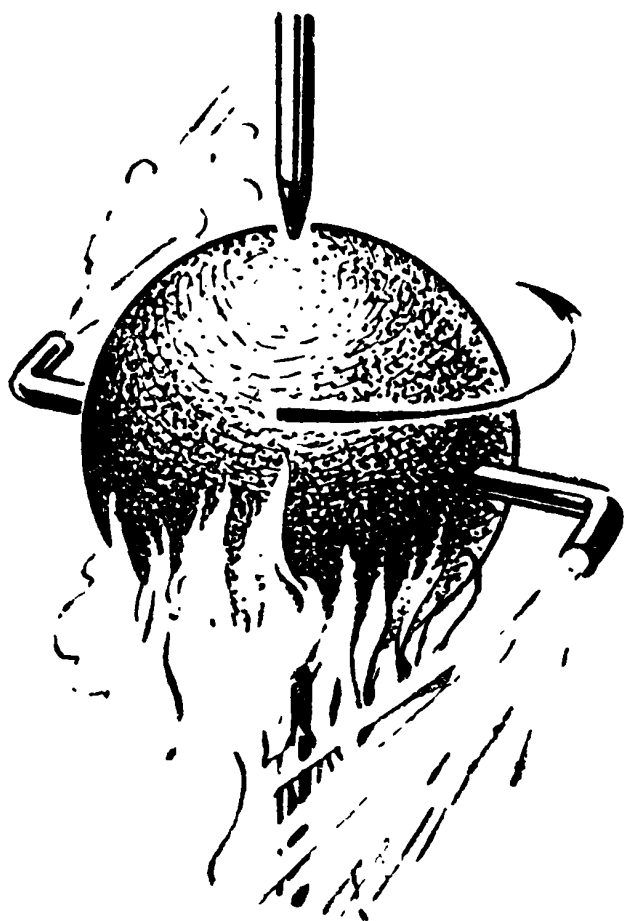
Началось с игрушки

Реактивное движение, которое сейчас широко применяется и в авиации и для полетов в космическое пространство, известно было, как это ни покажется странным, в глубокой древности.

Но дальше забавных игрушек оно применения не находило. Сохранились описания паровой вертушки, которая вращалась благодаря вылетающим струям пара. Устроена она была очень просто. В шаровой котел наливалась вода, под котлом разжигался огонь, вода закипала, пар с силой вырывался из двух загнутых в

одну сторону трубок. Котел мог вращаться на двух вертикальных осях. В местах изгиба трубок возникала реактивная сила, и шарообразный котел быстро вращался. Но в те далекие времена никто и не думал, что реактивное движение даст человеку возможность посылать корабли к Луне, Марсу, Юпитеру, Венере, Меркурию и другим планетам Солнечной системы.

Первым, кто открыл возможность хотя бы в виде описанной игрушки использовать реактивное движе-



ние, был грек Герон Александрийский, живший в первом веке нашей эры.

А в 1750 году венгерский ученый Янош Андраш Сегнер сделал прибор, основанный на реактивном действии вытекающих струй воды. Прибор называли Сегнеровым колесом, и сейчас он — непременно наглядное пособие любого школьного физического кабинета.

Когда был изобретен порох, его использовали для игрушечных ракет, различных фейерверков. Игрушечные ракеты стали применять для сигнализации во время войн, а в XIX веке ракеты уже применяли как оружие.

Потом возникла мысль о возможности использования ракет, конечно, более мощных и для полета людей. Приговоренный к смертной казни революционер-народоволец Николай Иванович Кибальчич за несколько дней до смерти, сидя в тюрьме, составил первый проект ракетного аппарата для полета людей.

Но полное научное обоснование полета человека в космос разработал Константин Эдуардович Циолковский. Он основал науку о полетах на другие планеты, рассчитал, какие для этого нужны корабли, какое понадобится горючее, какие скорости и траектории будут нужны для таких полетов.

Сейчас и у нас и в Соединенных Штатах Америки ракетная техника развита очень сильно. Вы свидетели полетов наших космонавтов и американских астронавтов. Прогрессивное человечество стремится к тому, чтобы ракетная техника служила только науке, только на благо человека. Навсегда должно быть исключено ее применение для уничтожения людей и всего того, что создано человеком.

В наши дни сотни искусственных спутников Земли выполняют огромную работу по изучению околоземного пространства, дают возможность передавать телевизионную передачу, осуществлять телефонную и телеграфную связь на огромные расстояния — из одного конца нашей планеты в другой, предупреждают об изменениях погоды, о надвигающихся опасных тайфунах. А полеты советских и американских космических кораблей к Луне и планетам Солнечной системы? Вокруг Луны, Марса и Венеры иногда вращаются искусственные спутники, сообщая о них ценные научные сведения.

Реактивное движение используется не только в кос-

мосе. Вся современная авиация в основном применяет реактивный принцип. Это и экономичнее, и быстрее, и надежнее.

Мог ли обо всем этом мечтать Герон Александрийский, глядя на свою вращающуюся реактивную игрушку? Даже физик Сегнер, демонстрируя свое, ставшее знаменитым «колесо», вряд ли придавал серьезное значение этому прибору и реактивному движению, положенному в его основу.

Опыты с реактивными вертушками

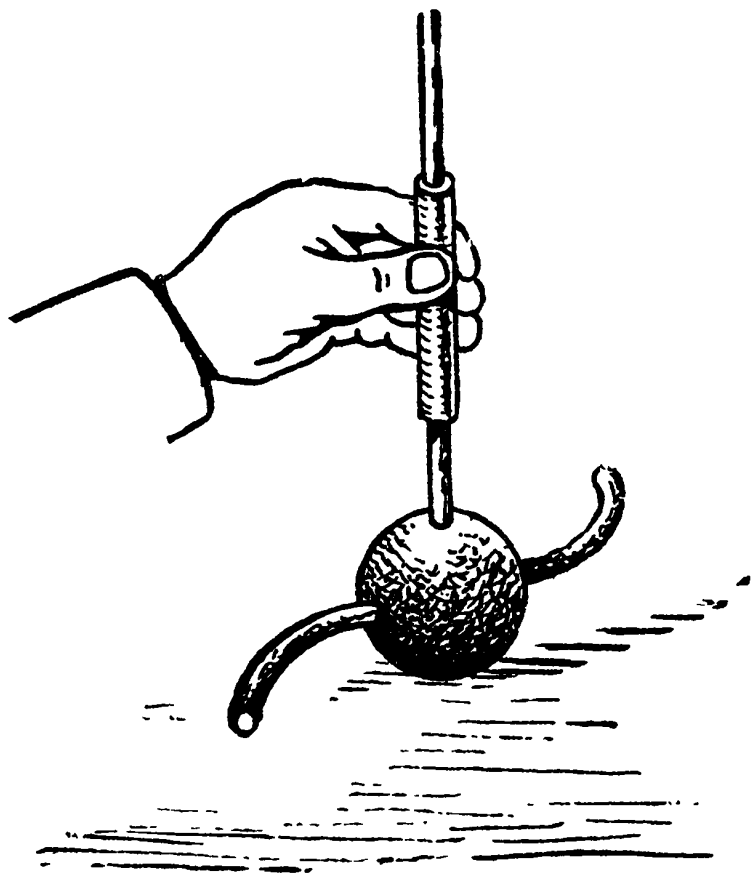
На этих опытах мы с вами воспроизведем историческую игрушку Герона Александрийского и физический прибор Сегнера.

Сначала сделаем модель вращающегося шара. Правда, наш шар, вернее, шарик будет вращаться не от пара, а от воздуха, но принцип его движения тот же — реактивный.

Возьмите целлулоидовый шарик для настольного тенниса и несколько пустых, отработанных стержней для шариковой ручки. Один стержень должен быть длинным, другие могут быть покороче, их все равно придется резать. Хорошо вымойте стержни и, вытащив из них плоскогубцами металлическую втулку с шариком, прочистите их внутри тонкой проволокой и ваткой, смоченной в одеколоне. Отрежьте два стерженька по 8 сантиметров и изогните их в кольцо. Замкнутого кольца делать не нужно, сгибайте до тех пор, пока не начнет сминаться внутренняя часть дуги. Свяжите ниткой концы, как у круто согнутого лука. Оставьте их полежать, чтобы стерженьки «привыкли» к такой форме.

В целлулоидовом шарике сделайте три маленьких отверстия, такие, чтобы стерженьки от ручки плотно входили в них. Одно отверстие сделайте на «полюсе», два других на «экваторе» — на его противоположных сторонах. В отверстие на «полюсе» вставьте длинный стержень и залепите место его входа в шарик кусочком пластилина. В боковые отверстия (на «экваторе») вставьте освобожденные от ниток гнутые трубочки. Они могут входить внутрь шарика чуть ли не до половины своей длины. Важно, чтобы их наружные концы были

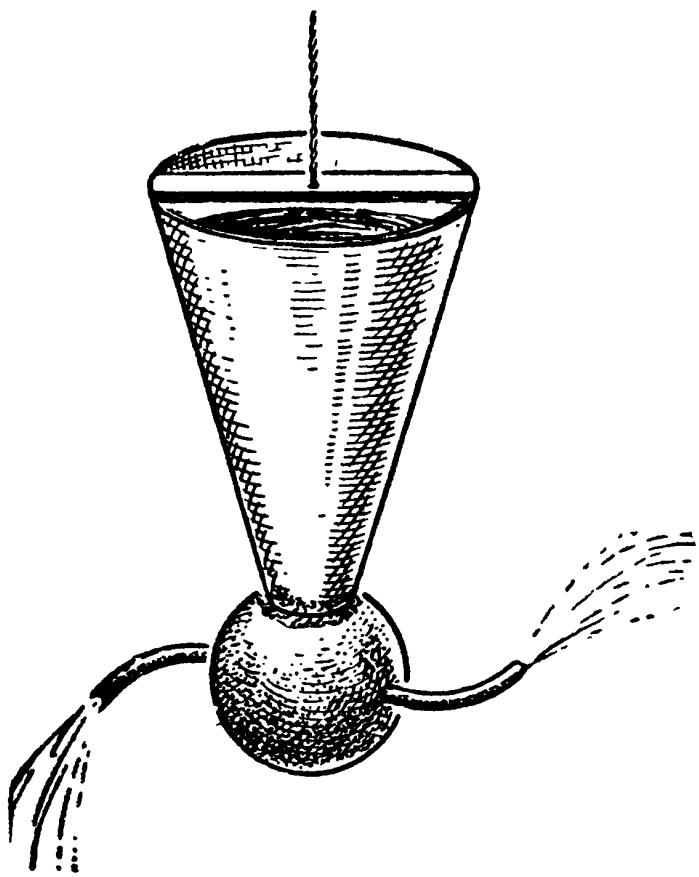
загнуты в плоскости экватора, шли почти параллельно поверхности шарика и были направлены в одну сторону. Места соединений с шариком тоже залепите пластилином. Возьмите полоску бумаги шириной 5—6 сантиметров, скатайте ее в тоненькую трубочку, заклейте конец полоски и наденьте на длинный стержень. Поставьте шарик на гладкую поверхность, держите вертикально бумажную трубочку со стержнем внутри. Начните дуть в длинный стержень. Подшипником будет бумажная трубочка, которую вы держите в руке, а подпятником, на котором вращается шарик,— поверхность стола.



Шарик будет быстро вращаться в противоположную загнутым трубкам сторону.

Этот прибор можно усовершенствовать. Трубку-стержень от шариковой ручки пропустите через шарик насквозь (через его «южный полюс») и вставьте в нижний короткий конец наконечник с металлическим шариком, который вы когда-то вынули. В той части трубки, которая находится внутри целлулоидового шарика, нужно проделать иголкой несколько отверстий для выхода вдвухаемого в шарик воздуха. Прибор установите на маленькой подставке с проволочными подшипниками и углублением в дощечке в качестве подпятника. Тогда прибор будет вращаться более устойчиво.

Другой исторический прибор, Сегнерово колесо, можно сделать так. Склейте из плотной бумаги или тонкого картона конус. По диаметру его основания укрепите деревянную реечку, в самом центре реечки просверлите сквозное отверстие, промажьте конус изнутри и снаружи олифой, а затем покрасьте масляной краской; когда она высохнет, покройте лаком. Это нужно для того, чтобы конус не намокал, когда в него нальем воду. В отвер-



стие реечки проденьте шнурок, завяжите внизу узел и подвесьте конус вершиной вниз в таком месте, где можно на землю лить воду. К вершине конуса (она теперь внизу), сделав в нем отверстие, приделайте целлулоидовый шарик от настольного тенниса со вставленными согнутыми трубками, так же, как у модели реактивного шара Герона Александрийского. На «северном полюсе» шарика нужно будет прорезать отверстие побольше и вставить

в него вершину конуса. Место соединения целлулоидового шарика с бумажным конусом хорошо промажьте клеем, который клеит целлулоид (например, нитроцеллюлозный клей). Затем, нарезав узкие короткие кусочки бумаги, приклейте их одним концом к шарiku, а другим — к конусу. Сверху этих наклеек приклейте еще узкие полоски вдоль шва, чтобы одна сторона полоски была приклеена к шарiku, другая к конусу. Полоски нарежьте короткие, они могут ложиться друг на друга внахлест. Обмотайте место соединения ниткой в несколько слоев, промазывая каждый слой клеем. Когда все будет готово, налейте в конус воду. Чтобы преодолеть силы трения и инертность конуса, его нужно будет слегка крутнуть в сторону, противоположную концам трубок, из которых вытекает вода.

Здесь размеры конуса не указаны, но учтите, что может оказаться, что давление воды на целлулоидовый шарик способно оторвать его от конуса. Возьмите медную проволоку диаметром 0,5 миллиметра, проденьте ее в отверстие в планочке и в «южном полюсе» шарика и позаботьтесь, чтобы это место шарика не пропускало воду. Конец проволоочки пропустите через металлическую шайбочку и затем обвяжите его вокруг деревянной палочки или гвоздя. Весь «южный полюс» залепите заплаткой, вырезанной из другого шарика. Чтобы медная проволочка, на которой смонтирован прибор, не закручивалась,

в месте подвеса сделайте маленький шарнир с петлей, к которой должна быть привязана проволока. Можно, конечно, обойтись и без всякого шарнира, привязав конец проволоки к тонкой бечевке. Нам важно, чтобы не закручивалась сама проволока.

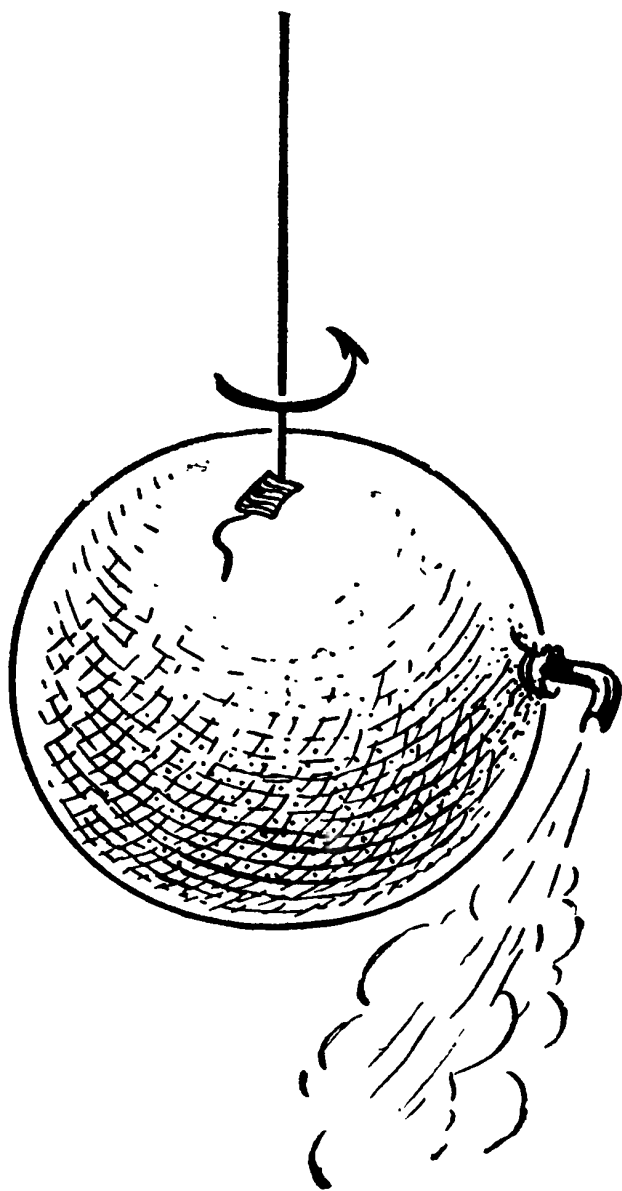
Сейчас Сегнерово колесо перестало быть игрушкой. Оно широко используется для поливки растений. Напор воды вращает головку с распылителями воды. Садовник или огородник переносит легкую установку поливочного аппарата и передвигает шланг на другое место.

Реактивный воздушный шарик

Чтобы закончить опыты с вращением, основанные на реактивном движении, сделайте еще такой опыт. Возьмите детский воздушный шарик и надуйте его как можно сильнее. Прежде чем его крепко завязать ниткой, вставьте в отверстие загнутую тонкую трубку — пустой стерженек от шариковой ручки. Предварительно наружный кончик стерженька оплавьте на спичке, чтобы не проходил воздух.

Сбоку шарика приклейте лейкопластырем нитку и подвесьте на ней шарик. Теперь, когда шарик подвешен, трубка оказалась на экваторе. Важно проследить, чтобы изгиб трубки находился в горизонтальной плоскости. Когда шарик успокоится, перестанет качаться, отрежьте ножницами кончик заглушенной трубки. Воздух из шарика начнет выходить, и шарик будет вращаться.

Этот же опыт можно сделать и не подвешивая шарика. Налейте в маленький тазик воду, положите на воду шарик, и он начнет быстро вертеться на одном месте. Тазик должен быть меньше диаметра шарика.



Реактивный душ

Если у вас в квартире есть ручной душ (он не укреплен вертикально, а состоит из распылителя на рукоятке и гибкого шланга), то с ним можно проделать любопытный опыт.

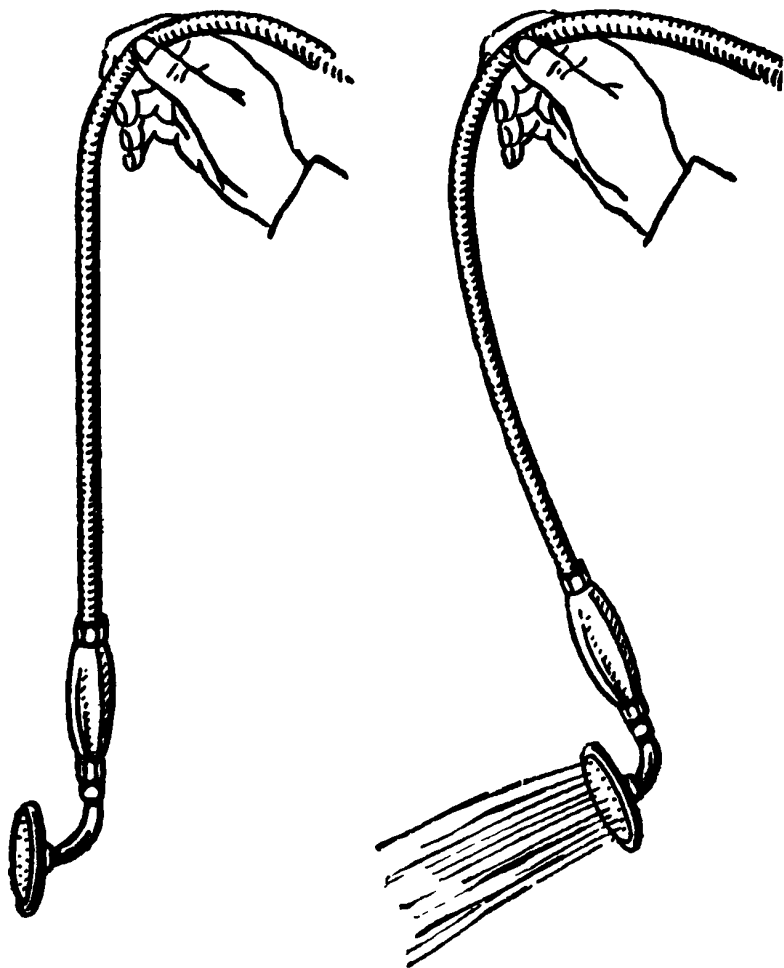
Подвесьте его на шланге вертикально над ванной. Распылитель и ручка достаточно тяжелы, поэтому он будет висеть вертикально. На распылительную головку душа, кроме силы тяжести, никакие другие силы пока не действуют. Но стоит только пустить в душ воду, как рукоятка с распылителем на конце отклонится в противоположную вытекающим струям сторону. В том месте душа, где вода поворачивает, чтобы вырваться через отверстия распылителя наружу, действует сила реакции, которая и отклоняет душ от вертикального положения.

Но не у всех есть такой душ, какой был сейчас описан, поэтому подобный опыт можно проделать иначе.

Подвесьте на тонкой резиновой трубке пластмассовый корпус вышедшей из употребления шариковой ручки.

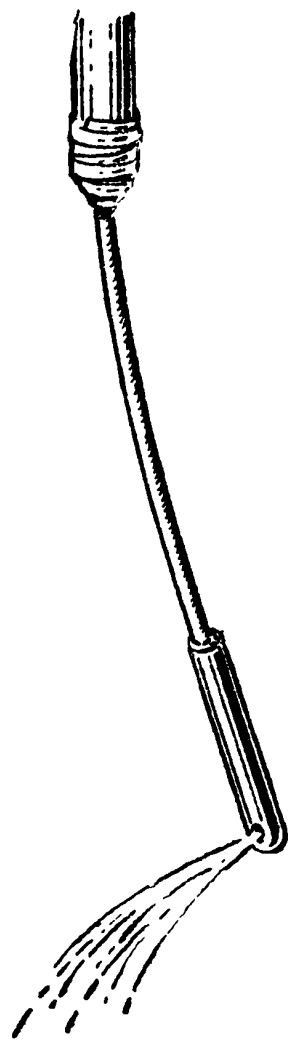
В его большое отверстие должна быть вставлена трубка, а узкое отверстие нужно заглушить деревянной пробочкой. Сбоку корпуса просверлите отверстие.

Если вы пустите в трубку воду, то вода, вырываясь струйкой из просверленного отверстия, создаст на противоположной стенке реактивную силу, которая отклонит резиновую трубку от вертикального положения. Произойдет то же, что происходит



с душем. Действует реакция вытекающей струи.

Чтобы получить хороший напор воды, если нет водопровода, возьмите трубку подлиннее, а сосуд с водой поставьте повыше. Свободный конец трубки опустите в сосуд до самого дна, а из другого конца с наконечником отсосите воду ртом. Когда вода пойдет, она будет течь до тех пор, пока верхний конец находится в воде. Это устройство называется сифоном.



Реактивный корабль

Это не космический корабль, а игрушка, плавающая по воде. Работает она на совершенно необыкновенном «топливе», вернее, источнике двигательной силы, на... углекислом газе.

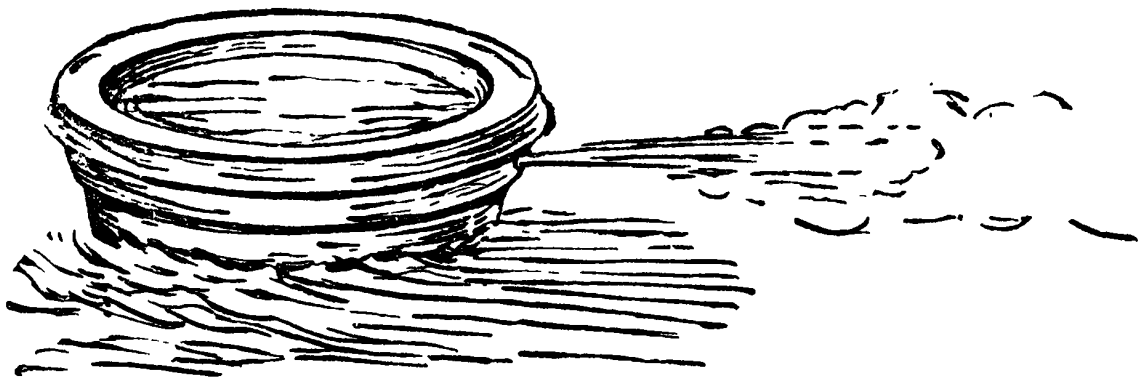
Возьмите пластмассовую круглую коробочку из-под плавленого сыра. Нужно только, чтобы коробочка и крышка были целые и чтобы крышка плотно закрывала коробочку. Для надежности промажьте край коробочки тонким слоем пластилина. Если в коробочку налить немного воды и плотно закрыть крышку, а затем коробочку перевернуть, вода не должна просачиваться наружу.

Под самым краем надетой крышки в коробочке сделайте маленькое отверстие сильно нагретым гвоздем.

Для опыта понадобятся несколько кусочков сухого льда общим объемом с куриное яйцо.

Положите на дно коробочки перевернутую металлическую крышку от майонезной баночки. Она займет все дно коробочки. Разложите на ней равномерно несколько кусочков сухого льда, залейте их кипятком и быстро, плотно надев на коробочку крышку, положите коробочку на воду. Углекислый газ, бурно испаряясь, будет вырываться струей из отверстия, и коробочка поплывет в противоположную сторону.

Сначала прорепетируйте опыт с кусочками мела вместо сухого льда, чтобы знать, сколько в коробочку



надо налить кипятка. Коробочка, плавающая, не должна переворачиваться набок и отверстие ее должно находиться над поверхностью воды.

Импульсный корабль

Вы знаете, что ракета, когда покидает Землю, разгоняется постепенно. Ее двигатели, работая ступенями, наращивают скорость на значительном участке разгона. Постепенное наращивание скорости, постепенное ускорение, необходимо для того, чтобы не причинить вреда здоровью космонавтов или не повредить аппаратуру и приборы, если это автоматическая станция.

Помните, как герои романа Жюль Верна «С Земли на Луну» вылетели в свое космическое путешествие в пушечном ядре? У них в момент вылета из жерла гигантской пушки была скорость 16 километров в секунду, но разгон проходил на участке ствола пушки длиной 210 метров. Известный популяризатор науки Я. И. Перельман подсчитал, что наращивание скорости от 0 до 16 километров в секунду на таком участке пути оказалось бы губительным для экипажа снаряда. Конечно, многое мы прощаем фантастам, ведь без некоторых допущений и условностей не могло бы существовать ни одно научно-фантастическое произведение. Но действительность порою превосходит фантастику. Герои Жюль Верна только облетели вокруг Луны, а наши современники — американские астронавты — побывали на Луне. Правда, они летали не в пушечном ядре и не из пушки, а в ракете, которая могла обеспечить им благополучный взлет и с Земли и с Луны.

Когда-то существовала занимательная игрушка — импульсная лодочка. Передвигалась она толчками. Толч-

ки следовали один за другим, лодочка двигалась все быстрее и быстрее, пока сопротивление воды и сила, приводящая ее в движение, не уравновешивались. Тогда лодочка продолжала движение с постоянной скоростью.

Что же ее двигало? Лодочка была металлическая, длиной примерно 12—15 сантиметров. Внутри у кормы находился маленький плоский паровой котел, сделанный из латуни. От котла в корму шла трубка, тоже из латуни. Когда лодочка находилась на воде, конец выходящей из кормы трубки был под водой. В котел предварительно через эту трубку пипеткой заливалась вода, под котел подкладывалась ватка, смоченная денатурированным спиртом, и поджигалась. Лодочка опускалась на воду. Вода в котле быстро закипала, и она вместе с паром вылетала струйкой через трубку в воду. Происходил реактивный толчок, и лодочка двигалась вперед. Но после выхлопа в котле сразу образовывалась пустота, и вода, по которой плыла лодочка, моментально заполняла котел. Огонь продолжал гореть, котел был достаточно горяч, новая порция воды быстро закипала и вылетала из трубки наружу. Новый толчок вперед, новый набор воды в котел, и так продолжалось до тех пор, пока горел огонь.

Игрушка очень занятная, она напоминает многоступенчатую ракету, и если бы не сопротивление, оказываемое водой, ее можно было бы разогнать до большой скорости.

Мы с вами можем сделать упрощенную модель этой лодочки.

Возьмите толстый металлический баллончик от шариковой ручки. Выньте пластмассовую пробку из его конца и плоскогубцами вытащите маленький патрубок с шариком. Затем удалите ваткой, смоченной в спирте или одеколоне, остатки пасты. Когда баллончик будет чистым, отрежьте ножовкой или напильником от утолщенного конца кусочек длиной три сантиметра. У оставшейся части сожмите плоскогубцами толстый конец и, захватив полоску шириной три миллиметра, загните ее раза два, а затем плотно сожмите плоскогубцами.

В результате у вас получится заглушенная с одной стороны, у толстого конца, трубка длиной 5 сантиметров. Ее узкий участок имеет длину 1,8 сантиметра.

Возьмите крышку от жестяной банки из-под кофе



или монпансье. Немного разогните в одном месте ее край и пробейте отверстие такой величины, чтобы в него плотно вошел тонкий конец бывшего баллончика. Если он входит недостаточно туго, надо его закрепить в наклонном положении тонкой проволокой, чтобы он не мог выдвигаться из отверстия.

Когда крышечка плавает на воде, тонкий конец трубки должен быть погружен в воду. Теперь нам нужно залить в «котел» воду и подложить под него ватку, смоченную в керосине. Керосин, когда горит, очень коптит, поэтому его можно применять только на открытом воздухе.

Залить воду надо так: подберите пипетку, чтобы она входила в узенький конец трубки, наполняйте ее водой и с силой впрыскивайте воду в трубку. Есть и другой способ наполнения «котла»: нагрейте его хорошо на спичке и сразу опустите в воду; нагретый воздух внутри «котла» остынет, уменьшится в объеме, в него войдет вода.

Для нашей «навигации» используйте большой таз, корыто или ванну. Когда пламя смоченной в керосине ватки хорошо нагреет «котел», вода в нем закипит, и наш «корабль» двинется в путь. Его путь будет по кругу, потому что свешивающаяся с крышечки трубка играет ту же роль, какую играет весло, когда оно опущено в воду для поворота лодки. Кроме того, выхлопная трубка наверняка расположена не строго по центру крышечки. Все это, вместе взятое, и заставит наш «корабль» двигаться не по прямой линии. Частота выхлопов будет не очень большая, но вполне достаточная для движения нашего «корабля». Он будет двигаться, пока горит огонь.

Управляемая микроракета

Это будут маленькие, можно сказать, микромоделли космических кораблей. Пускать мы их будем на поверхности воды. Их движение основано на реактивной силе.

Положите на поверхность воды в тазике вырезанную из плотной бумаги ракету. На одном конце она должна быть заострена, а на другом, в ее хвостовой части, нужно вырезать маленький канал, переходящий в круглую «камеру сгорания». Диаметр ее должен быть раза в два больше ширины канала. Там, где канал выходит наружу, нужно сделать постепенное расширение (вырез в виде треугольника) — это будет сопло.

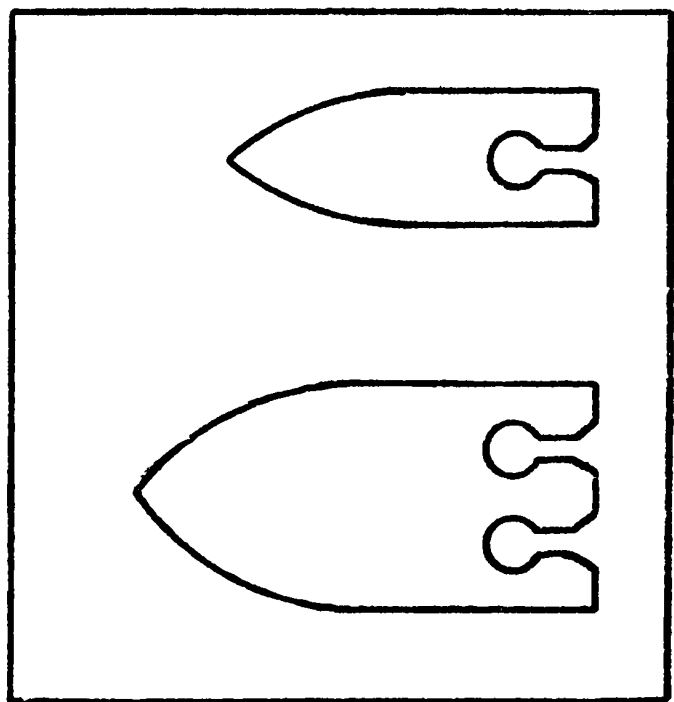
Возьмите пипетку, наберите мыльной воды (мыльную воду приготовьте на блюдечке заранее, как для пуска мыльных пузырей) и капните в «камеру сгорания». Мыльная вода обладает способностью быстро растекаться по чистой воде, она вытечет через канал и сопло наружу и одновременно надавит на противоположную стенку «камеры сгорания». Ракета двинется вперед.

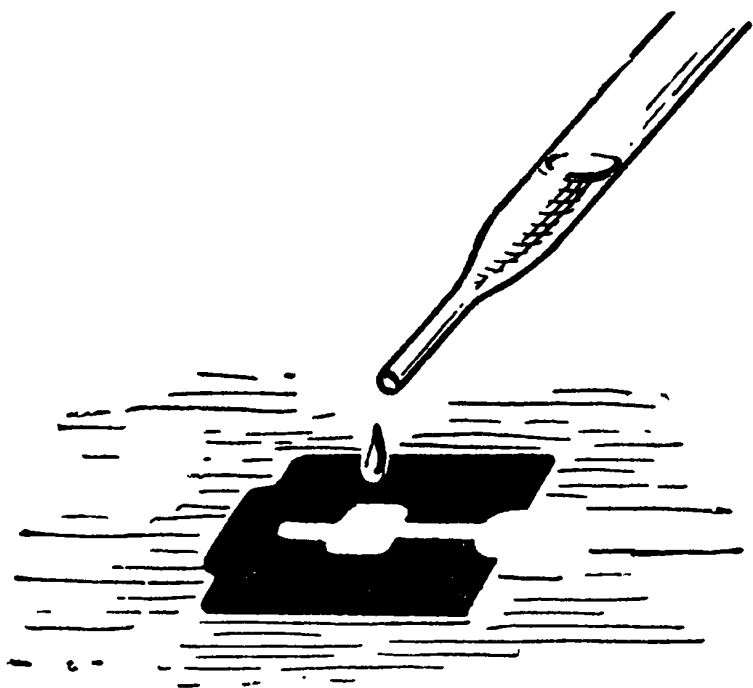
Сделайте управляемую микроракету. Вырежьте из бумаги ракету пошире, чтобы в ней можно было прорезать рядом две «камеры сгорания», соединенные каналами с двумя расположенными рядом на небольшом расстоянии друг от друга соплами.

Если капнуть мыльную воду в правую «камеру сгорания» — наша ракетa двинется по кривой линии влево, если капнуть в левую «камеру сгорания» — ракетa двинется вправо, если капнуть одновременно из двух пипеток в обе «камеры сгорания» — ракетa двинется вперед.

К сожалению, вода покрывается мыльной пленкой, и тогда ракетa перестает реагировать на свежие капли мыльной воды, поэтому нужно после каждого старта менять воду в тазике.

Ракеты можно сделать и металлические — из лезвия безопасной бритвы. Положите лезвие на какую-ни-





будь дощечку, прижмите его поперек посередине ножом, а свободный конец, обернув бумажкой, чтобы не порезать пальцы, согните так, чтобы лезвие сломалось. Половинку сломанного лезвия осторожно положите на воду. Она будет плавать.

В круглую прорезь половинки лезвия капните пипеткой каплю мыльной воды, и лезвие двинется вперед.

Гидропневматическая ракета

Эту ракету сконструировал инженер Ю. А. Моралевич. Она в свое время пользовалась у ребят большим успехом. В ней сочетаются простота конструкции, отличные летные качества и полная безопасность в обращении.

Эта ракета (изготовлением которой мы сейчас займемся) может взлетать на высоту 20—25 метров. Конечно, ее нужно делать старательно, тогда она будет летать много раз, доставляя удовольствие и тому, кто ее запускает, и тем, кто при этом присутствует.

Какие же материалы вам понадобятся для ее изготовления? Сразу их приготовьте, чтобы все нужное было у вас под рукой.

А понадобится следующее:

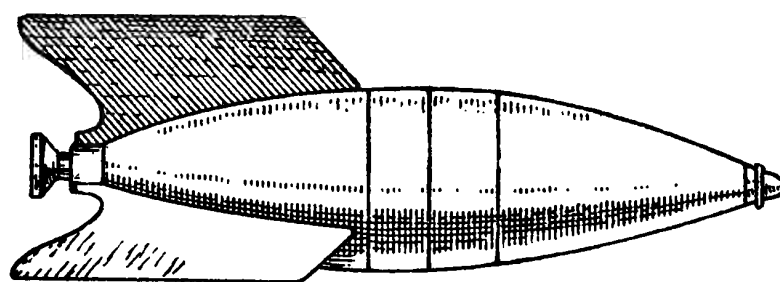
1. Несколько негодных капроновых чулок.
2. Пустая катушка из-под ниток.
3. Три соски.
4. Несколько обрезков тонкой фанеры (1—1,5 мм).
5. Водоупорный клей. Его можно приготовить, растворив в ацетоне или амилацетате обломки целлулоидных игрушек, расчесок и чисто отмытой от эмульсии и высушенной фотопленки.
6. Футбольный насос.

Кроме этих основных материалов, следует запастись деревянной палкой или брусом для изготовления бол-

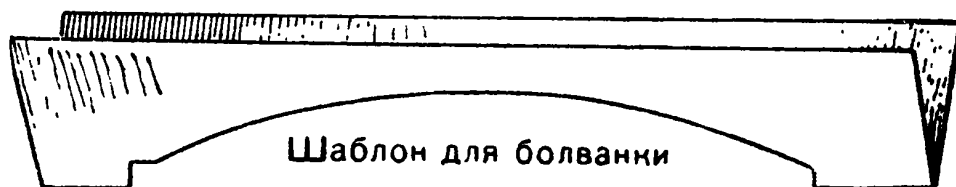
ванки для формовки ракеты, нитками, резиновой трубкой, резиновой губкой, древесными опилками, нитрокраской и некоторыми другими материалами, которые будут названы при описании изготовления ракеты.

Приступим к работе. Из круглой палки или деревянного бруска нужно выстругать болванку обтекаемой формы. Чтобы она получилась совершенно симметричная, изготовьте из тонкого картона шаблон, согнув пополам картон и нарисовав на нем половину силуэта ракеты. Когда вы его вырежете и разогнете картон, у вас получится полный вырезанный силуэт. По этому шаблону проверяйте симметричность вытачиваемой болванки.

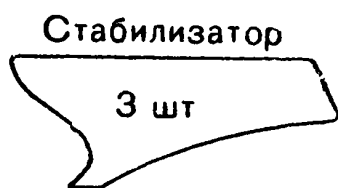
Болванку обработайте сначала ножом, а затем наждачной бумагой, чтобы получилась гладкая поверхность. Затем оберните болванку двумя слоями мокрой бумаги. Когда бумага высохнет, начните обматывать болванку по бумаге лентой шириной пять сантиметров, вырезанной по спирали из капронового чулка.



Общий вид ракеты

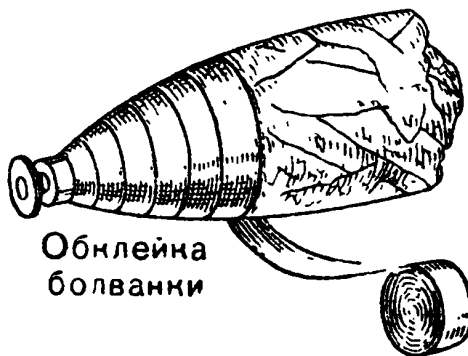


Шаблон для болванки

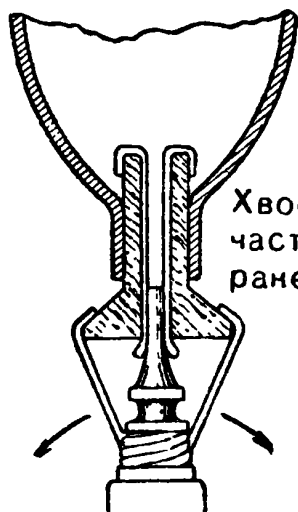


Стабилизатор

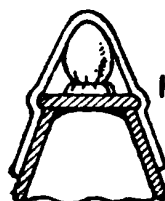
3 шт



Облейна
болванки



Хвостовая
часть
ракеты



Нос ракеты

Каждый виток нужно промазывать густым клеем, о котором говорилось выше. Когда первый слой хорошо просохнет и появится блестящая пленка, можно приступить к наматыванию второго слоя. После его полного высыхания намотайте следующие слои. Должна получиться плотная капроновая оболочка толщиной до одного миллиметра. Особенно тщательно нужно заклеить верхний, тупой конец ракеты. Когда кончите оклейку капроновой лентой, на верхнем конце ракеты сделайте валик из ниток, наматывая их и промазывая тем же клеем.

До начала обклейки лентой вставьте в углубление, сделанное в задней части болванки, катушку от ниток. Катушку надо предварительно обработать — сострогать ножом одну щечку (выступ), а затем вставить в канал резиновую трубку, завернув ее края вокруг того места, где была срезана щечка. Если завернуть трубку нельзя, то заклиньте резиновую трубку кусочком медной или стальной трубки. Это нужно для того, чтобы резиновая трубка не сдвигалась с места.

После окончания обмотки катушка будет прочно соединена с корпусом ракеты. Теперь это уже не катушка из-под ниток, а сопло нашей ракеты. Правда, оно не расширяется, как настоящее сопло, но назначение свое выполняет хорошо.

Когда корпус ракеты высохнет, прошпаклюйте его смесью талька с клеем и зачистите наждачной бумагой.

К нижней части ракеты приклейте три плоскости стабилизатора, вырезанные из тонкой фанеры. Для приклеивания используйте густой клей, которым вы пользовались при оклеивании ракеты капроновой лентой. Места соединения стабилизаторов с корпусом ракеты промажьте смесью мелких древесных опилок и густого клея. Тогда стабилизаторы будут хорошо держаться.

После этого окрасьте ракету и стабилизаторы нитрокраской или обыкновенной масляной краской.

Хорошо просушив ракету, разрежьте ее корпус по среднему пояску острым ножом и аккуратно снимите обе половинки с болванки.

Очистите обе половинки изнутри от бумаги, которой оклеивали болванку. Тот слой бумаги, который приклеился к капроновой ленте, может остаться. Составьте обе половинки вместе и оклейте капроновым пояском. После этого окрасьте снова всю ракету.

Накачайте насосом одну соску с надетой на нее второй соской. Перевяжите первую соску. Получится упругий амортизатор. Он предохранит вашу ракету при ее падении после полета. Наденьте верхнюю соску с находящимся внутри нее «баллончиком» сжатого воздуха на конец ракеты, на котором был сделан валик из ниток, а затем обмотайте ниткой, чтобы амортизатор не соскочил с носа ракеты.

Можно внутреннюю соску не накачивать воздухом, а вложить в нее кусочек резиновой губки.

Теперь нужно подготовить насос. Сточите у него на наконечнике первый кольцевой выступ так, чтобы наконечник входил в отверстие катушки. Из упругой проволоки сделайте две спусковые лапки и примотайте их проволокой к нижнему кольцевому выступу наконечника.

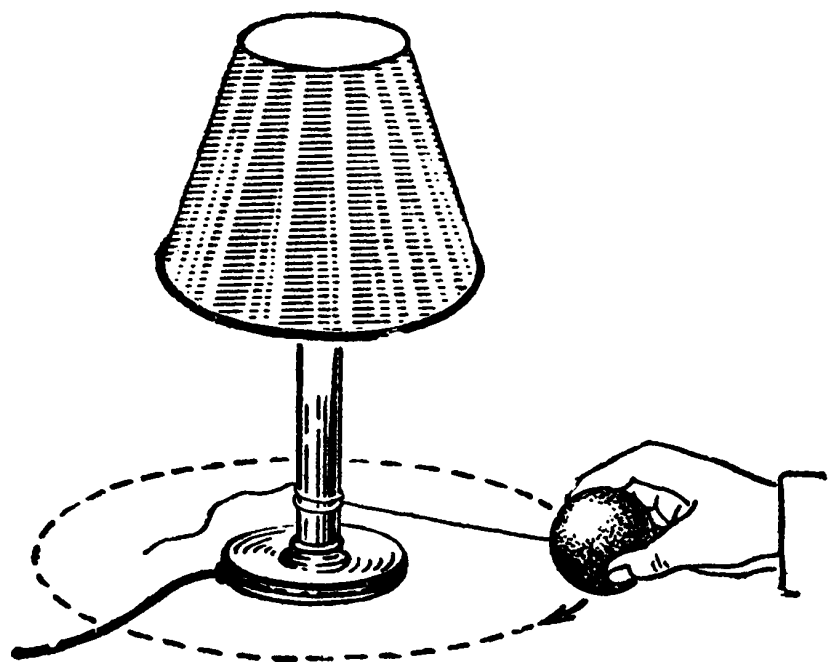
В ракету налейте воду на одну треть ее объема. Вставьте в сопло-катушку наконечник насоса, зажмите спусковые лапки вокруг щечки катушки, придерживайте их рукой. Качните насосом раз тридцать. Разожмите пальцы, лапки раздвинутся, и ракета взлетит. Воздух, выталкивая воду, создает мощную струю, а реактивная сила двинет ракету высоко вверх. После первого запуска посмотрите, как падает ракета. Если она летит носом к Земле, значит, все в порядке. Если же она летит боком или стабилизаторами вниз, тогда следует немного утяжелить нос, примотав несколько слоев капроновой ленты. Конечно, после этого надо повторить и шпаклевку и покраску.

ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ — КОСМИЧЕСКИЙ ВОЛЧОК

Вокруг лунной оси

Все планеты, вращаясь вокруг Солнца, совершают еще одно вращение — вокруг своей оси.

Даже те планеты, которые всегда обращены одной стороной к Солнцу, как, например, планета Меркурий, тоже вращаются вокруг своей оси. Правда, очень медленно: один оборот вокруг оси совершается за один оборот вокруг Солнца. Наш естественный спутник Луна, вращаясь вокруг Земли, всегда обращена к ней одной



стороной. И, совершая один оборот вокруг Земли, Луна делает вокруг своей лунной оси тоже один оборот.

В этом легко убедиться, проделав следующий опыт.

Возьмите мячик, сделайте на нем метку, а сбоку приклейте пластилином нитку. Вторым концом нитки обмотайте не-

сколько раз вокруг настольной лампы, поставленной по середине стола. Нитка, обмотанная вокруг лампы, должна легко разматываться, если ее потянуть. Расположите мячик на расстоянии 20—30 сантиметров от лампы. Слегка натяните нитку, поверните мячик меткой к лампе и передвигайте его вокруг нее так, чтобы метка была все время обращена к лампе. Во время передвижения мячика вокруг лампы нитка будет наматываться на мячик. Чтобы она с мячика не соскользнула, придерживайте ее рукой. Когда будет сделан вокруг лампы один оборот, нитка обовьет мячик тоже на один оборот. Как видите, мячик, сделав один оборот вокруг лампы, сделал и один оборот вокруг своей оси.

Из-за того, что планета Меркурий всегда обращена одной стороной к Солнцу, на этой ее стороне стоит сильнейшая жара. Там на экваторе температура бывает от +300 до +420 градусов, а на противоположной стороне Меркурия, где вечная ночь, средняя температура 70 градусов ниже нуля.

Мы живем на волчке

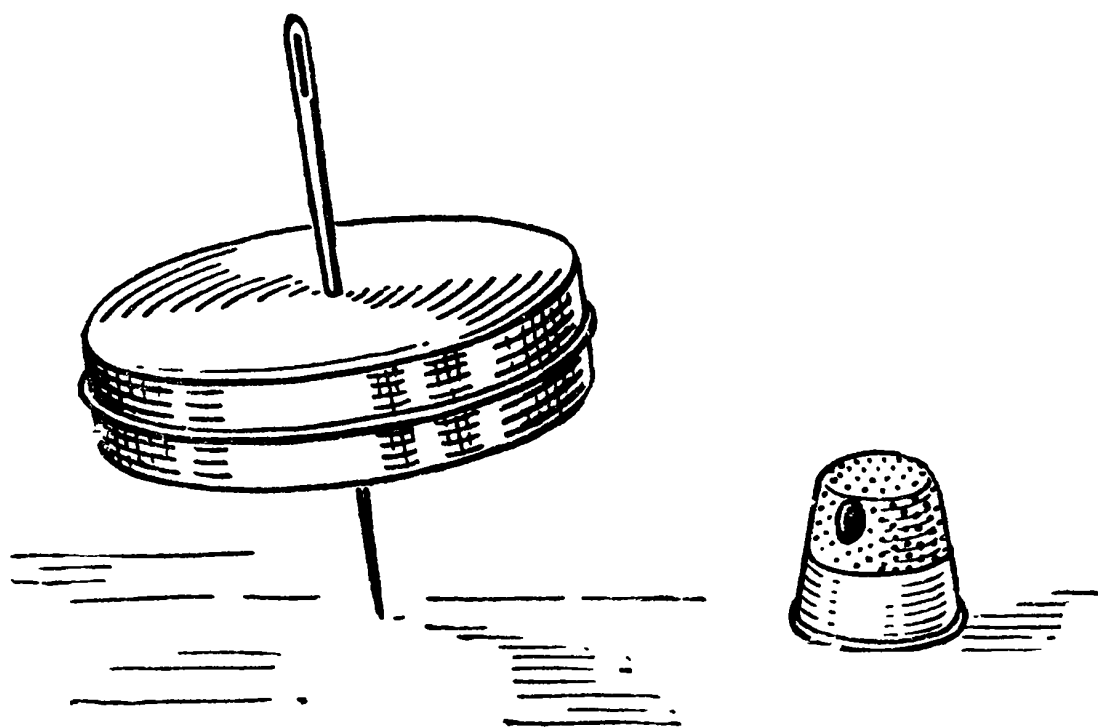
Земля, как огромный волчок, вращается вокруг своей оси. А ось любого волчка обладает удивительной устойчивостью, она стремится сохранить в пространстве постоянство своего направления. И если какая-нибудь посторонняя сила заставляет все-таки ее повернуться, то ось поворачивается в перпендикулярном направлении.

Проделайте довольно известный опыт с вращающим-

ся велосипедным колесом. Возьмите в руки велосипедное колесо, вынутое из вилки. Держите ось горизонтально двумя руками. Попросите кого-нибудь раскрутить как можно сильнее колесо и попробуйте повернуть ось из горизонтального положения в вертикальное. Вы убедитесь, как трудно это сделать.

Сделайте самодельный гироскоп, который будет долго вращаться. Возьмите большую иглу длиной 10—12 сантиметров и жестяную коробочку из-под киноплёнки. В центре коробочки пробейте отверстие, вставьте в него иглу так, чтобы концы иглы выходили из доньшка коробочки и из крышки на одинаковое расстояние. Очистив доньшко от краски, пропаяйте место соединения коробочки и иглы оловом.

Нужно приобрести металлический наперсток и просверлить в нем сбоку отверстие диаметром пять миллиметров. Возьмите суровую нитку, вставьте ее в ушко иглы и обмотайте ею несколько раз иглу. Пропустите свободный конец нитки изнутри наперстка через просверленное отверстие. Поставьте иглу острием на твердую, но не скользкую поверхность, наденьте сверху на иглу наперсток и, нажимая наперстком на иглу левой рукой, правой рукой потяните за нитку. Когда волчок будет запущен, отнимите наперсток и наблюдайте за вращением волчка. Волчок долго будет вращаться на острие оси-иглы. Трение о точку опоры в нашем опыте маленькое, но трение о воздух будет сильно тормозить



волчок. Пустить волчок строго вертикально трудно. Наверняка ось при запуске была немного наклонена. И хотя, как уже говорилось, ось вращающегося волчка стремится сохранить свое направление в пространстве, из-за смещения с вертикали центра тяжести волчка земное притяжение старается опрокинуть волчок. Ось волчка при этом начинает описывать конус. Это движение оси вокруг вертикали, проходящей через точку опоры волчка, называется прецессией.

Если почему-либо изготовить описанный волчок не представляется возможным, сделайте упрощенный волчок. Вырежьте из картона кружок диаметром пять сантиметров, сделайте гвоздем отверстие, вставьте в него спичку с заостренным концом, и волчок готов. Правда, он будет вращаться недолго, но прецессия будет на нем видна хорошо.

Однако вернемся к разговору о Земле. Земная ось, вернее, та, незримая геометрическая линия, вокруг которой вращается земной шар, тоже описывает прецессию. Верхняя «половина» земной оси описывает конус, вершина которого в центре Земли. Нижняя половина земной оси описывает конус, вершина которого тоже в центре Земли. По сути дела, земная ось описывает два конуса, обращенных вершинами друг к другу.

Если ось волчка, запущенного на столе, описывает конус прецессии из-за того, что земное притяжение стремится опрокинуть волчок, то что же вызывает прецессию у земной оси? Ведь Земля летит свободно в мировом пространстве. Солнце крепко держит ее на орбите. Нам известно, что любой шар, вращающийся вокруг Солнца, должен испытывать во всех своих точках равномерное притяжение к могучему светилу, так как шар симметричен по всем своим осям, и никаких перекосов не должно быть. Тогда откуда же появилась прецессия у Земли?

Оказывается, причина образования прецессии у Земли есть, и ее разгадал Исаак Ньютон.

Но для того чтобы познакомиться с этой причиной, сделаем следующий опыт. Посмотрим, как ведет себя быстровращающееся тело, поверхность которого может легко менять свою форму. Для опыта воспользуемся прибором, который мы с вами уже сделали для получения быстрого вращения,— это тяжелый диск, зажатый

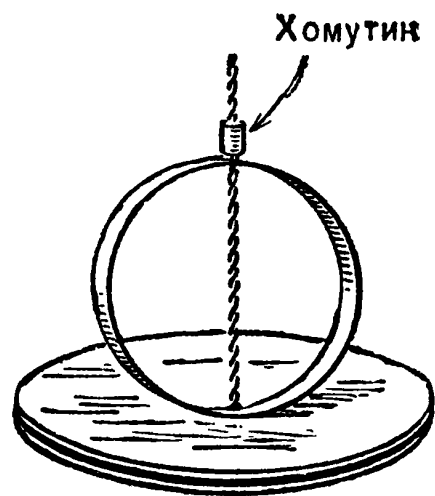
между двумя фанерными кружками и подвешенный за середину на двух скрученных веревках.

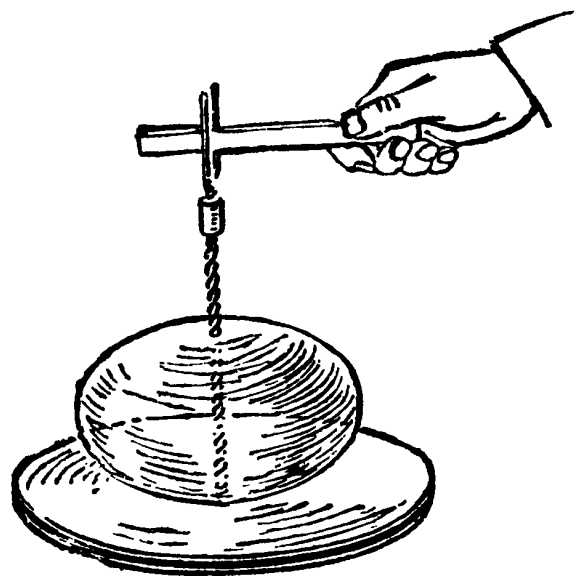
Вырежьте из плотной рисовальной бумаги полоску 60 сантиметров длины и 2,5 сантиметра ширины. Склейте ее концы, чтобы образовалось кольцо диаметром 18—19 сантиметров. Прodelайте в середине полоски два отверстия, расположенные одно против другого по концам диаметра кольца. В эти отверстия пройдут скрученные веревки, на которых висит диск. Одно отверстие сделайте в месте склейки полоски. Второе отверстие в полоске должно быть несколько побольше, чтобы веревки скользили в ней без задержки. Наденьте бумажное кольцо на веревки так, чтобы склеенная часть кольца соприкасалась с тяжелым диском. В случае, если бумажное кольцо лежит на фанере, приклейте его к ней клеем; если же диск металлический, то для прикрепления бумажного кольца к диску используйте пластилин. Прибор наш готов. Тяжелый диск нужно подвесить строго горизонтально и так, чтобы бумажное кольцо оставалось круглым. Если кольцо сожмется под действием собственного веса, его надо заменить, подобрать более плотную, упругую бумагу. Проверьте упругость кольца: сожмите его слегка, после того как вы его отпустите, оно должно снова принять форму круга.

Над кольцом на веревках сделайте маленький хомут из черной бумаги. Он должен сидеть плотно, но так, чтобы в случае необходимости его можно было легко передвинуть.

Теперь приступим к опыту.

Вставьте недалеко от верхней точки подвеса нашего прибора между веревками круглую палочку и хорошо закрутите диск с бумажным кольцом. Когда вы его отпустите, он начнет быстро вращаться на раскручивающихся веревках. Для увеличения скорости вращения нажимайте палочкой, вставленной между веревками, на место скрутки. Когда диск хорошо раскрутится, отойдите в сторону и наблюдайте за бумажным кольцом. Оно немного сплюснлось. Вы видите прозрачный эллипсоид, который отличается от шара своей несколько сплюснутой формой. Метка, кото-





рая была сделана на веревках перед началом опыта, покажет вам, насколько сплюснулся при вращении бумажный круг. Когда вращение прекратится, бумажное кольцо опять примет форму круга и вернется к своей метке. Но может случиться и так, что кольцо до метки немного и не дойдет,—это скажется так называемая остаточная деформация в бумаге, из которой сделано кольцо.

А теперь снова вернемся к Земле. Земля не шар — она немного сплюснута у полюсов. По последним данным, радиус Земли, проведенный от ее полюса до центра, отличается от «экваториального радиуса» на 21,383 километра. А по расчетам Исаака Ньютона эта разница составляла 24 километра.

Исаак Ньютон доказал, что Земля сплюснута у полюсов (экваториальная область у нее несколько расширена, раздута).

Он считал, что «раздувание» Земли у экватора произошло тогда, когда она находилась в размягченном состоянии.

Гипотезы о происхождении Земли — будь то гипотеза Канта — Лапласа, по которой Земля образовалась из раскаленного вещества и в первоначальном виде представляла жидкий огненный шар, будь то гипотеза советского ученого О. Ю. Шмидта, по которой Земля образовалась в результате постепенного «слипания» мелких частиц пылеобразного облака и разреженных газов,—предусматривали, что в начале своего возникновения Земля не сразу стала твердой. Быстрое вращение «мягкой» Земли вокруг своей оси привело к ее «раздуванию» по экватору.

Ось нашей планеты наклонена к ее плоскости вращения вокруг Солнца, к плоскости ее орбиты. Угол наклона равен $66^{\circ} 33,5'$.

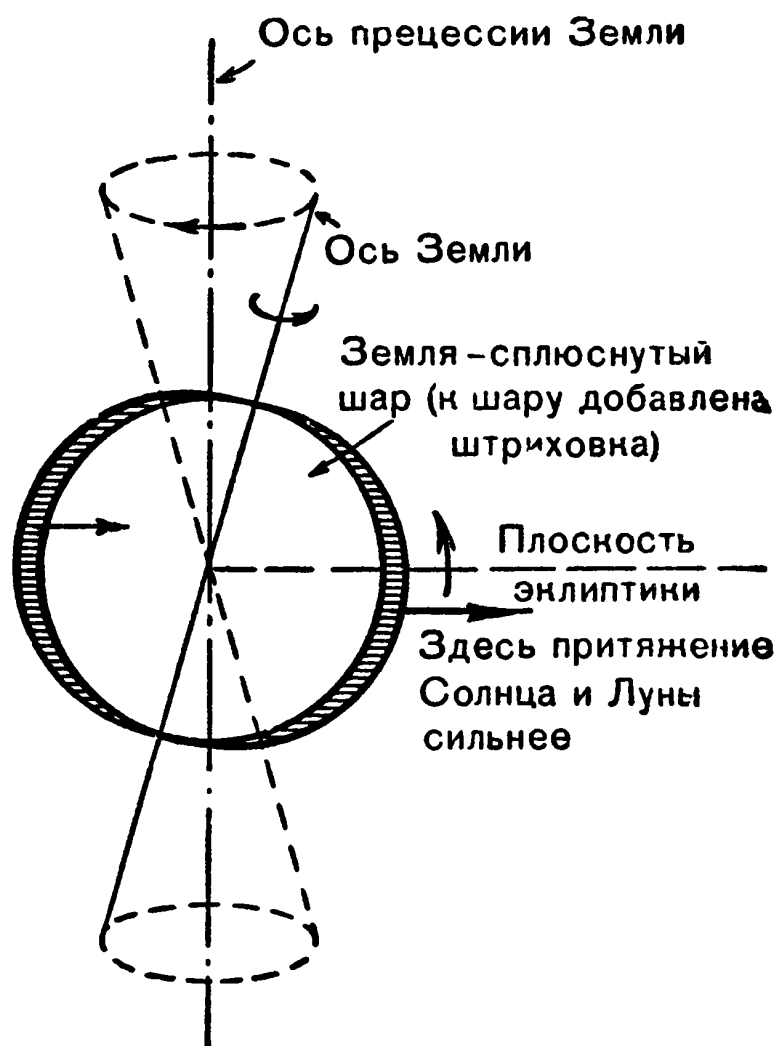
Исаак Ньютон объяснил происхождение прецессии земной оси наклоном оси и сплюснутой формой Земли.

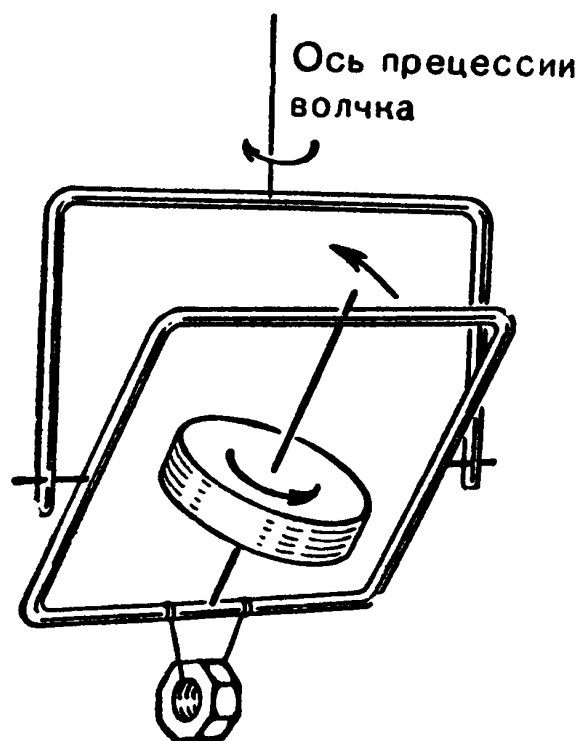
При идеальном шаре прецессии не было бы, а при такой форме Земли, какая у нее сейчас, не все ее точки

притягиваются к Солнцу и Луне одинаково, образуется поворачивающее усилие. Оно и «старается» поставить ось Земли вертикально. В результате этого земная ось описывает конусы прецессии. Время полного оборота конца оси Земли вокруг перпендикуляра к плоскости орбиты, который является осью прецессии, составляет приблизительно 26 000 лет.

Как видите, вращение оси Земли происходит очень медленно, в нашем понимании, конечно.

Для того чтобы представить, как произошла прецессия земной оси, сделаем небольшую модель — усовершенствуем тот волчок, который вы изготовили из баночки из-под киноплёнки. Его следует утяжелить и заменить ось. Ось можно сделать из прямого гвоздя, срезав у него шляпку и хорошо заострив другой конец. Просверлите в гвозде отверстие для пусковой веревки. В баночку для ее утяжеления положите глину. Изготовьте две рамки, в которых будет установлен волчок. Первую, внутреннюю рамку, сделайте из медной или латунной трубки, разметив ее стороны по волчку. В противоположных сторонах рамки нужно будет сделать отверстия — гнезда, в которых будет вращаться волчок. Там, где будет нижний острый конец оси волчка, отверстие в трубке надо просверлить не сквозное, чтобы ось могла упираться во внутреннюю сторону трубки. Отверстие для верхнего конца оси сделайте сквозное — через обе стенки трубки. Это даст возможность свободно вставлять и вынимать из рамки волчок. В местах сгибов рамки трубка будет сминаться, но это на качество рамки не повлияет. Посередине боковых сторон рамки нужно просверлить отверстия, вставить изнутри по гвоздику, а шляпки припаять к рамке.





Вторая, наружная рамка будет П-образной формы, то есть иметь три стороны. Сделайте ее из такой же трубки. В ее концах надо просверлить отверстия, в которые будут вставлены оси-гвоздики внутренней рамки. На верхней перекладине наружной рамки к ее середине припаяйте крючок из проволоки, за который наш прибор можно будет повесить. Когда все будет готово, прибор повесьте. Нужно добиться,

чтобы внутренняя рамка с волчком висела ровно, без перекосов.

Приступим к опыту. С помощью тонкой бечевки раскрутите волчок. Он будет вращаться в том положении, в каком вы его запустили. Когда он остановится, привяжите к низу внутренней рамки грузик и, повернув ее в наклонное положение, снова запустите волчок. Грузик будет стараться повернуть рамку, то есть поставить ось вращающегося волчка вертикально. Произойдет то, что происходит с Землей, которую Солнце и Луна «стремятся» поставить на орбите прямо, без наклона оси. Обе рамки начнут с самого момента запуска волчка вращаться вокруг шнурка, на котором они подвешены. Шнурок стал осью прецессии волчка.

Прецессионное движение нашего прибора продолжается недолго. После его окончания начинается вращение в противоположную сторону — из-за трения в подшипниках и раскручивания шнурка.

Незаметная скорость

Итак, мы с вами живем на гигантском волчке. Но мы не замечаем той огромной скорости, с которой Земля несется по своей орбите вокруг Солнца. Не замечаем мы и скорости, с которой поверхность Земли вращается вокруг своей оси.

Правда, мы знаем, что весна сменяет зиму, лето —

весну, осень — лето, а зима приходит на смену осени. Эти смены времен года происходят постепенно, мы к ним привыкли и не связываем их со скоростью Земли вокруг Солнца, равной в среднем 29,765 километра в секунду. Эта цифра нам мало что говорит. Мы привыкли измерять скорости в километрах в час.

Пешеход может идти со скоростью шесть километров в час. Автомашина и поезд обычно развивают 40—100 километров в час. Самолеты перевозят пассажиров со скоростью от 300 до 800 и больше километров в час. Скорость самолетов постепенно растет, уже летают самолеты быстрее звука, то есть со скоростью больше 1200 километров в час. Наши космические корабли, летающие вокруг Земли, делают 28 400 километров в час.

Земля же летит по своей орбите вокруг Солнца со скоростью 107 154 километра в час!

А вращение Земли вокруг своей оси? Здесь самая большая скорость на экваторе — она равна 1674 километрам в час.

Этих скоростей мы с вами совсем не ощущаем.

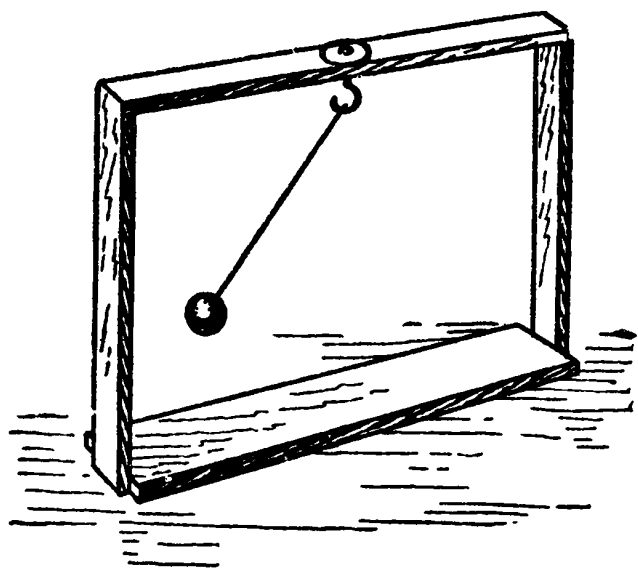
Доказательство вращения Земли

Хотя в XIX веке никто из образованных людей уже не сомневался, что Земля вращается вокруг своей оси, а не Солнце вокруг нее, известный французский ученый Леон Фуко поставил в 1851 году опыт, который наглядно показывал вращение Земли.

Для своего опыта Фуко воспользовался свойством маятника сохранять плоскость своего качания даже в том случае, если место его подвеса вращается вокруг вертикальной оси.

В здании Пантеона в Париже Фуко подвесил маятник длиной 67 метров. Медный шар этого маятника весил 28 килограммов.

Когда маятник в Пантеоне был запущен, то через несколько минут было обнаружено, что плоскость качания маятника изменилась, ее ближняя к наблюдателю сторона передвинулась по часовой стрелке с востока на запад. На самом же деле плоскость качания маятника осталась прежней. За это время повернулась Земля с запада на восток.



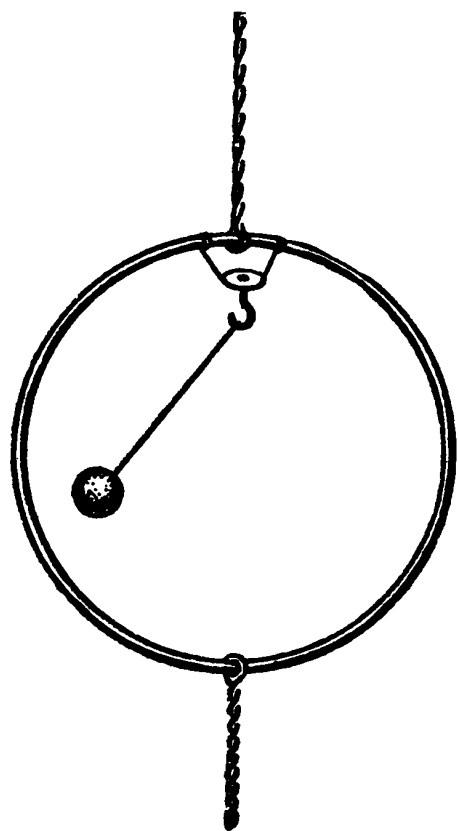
Подобный маятник есть и у нас в некоторых городах. Маятник, который висит в Ленинграде в Исаакиевском соборе, еще больше своего предшественника в Пантеоне. Длина маятника в Исаакиевском соборе равна 98 метрам.

Сделайте и вы небольшую модель маятника Фуко.

Возьмите деревянную доску длиной 50—60 сантиметров, шириной 12—15 сантиметров и толщиной 2—3 сантиметра. Укрепите на ней П-образную подставку из узких деревянных реек. Высота подставки должна быть около 30—40 сантиметров. В середине верхней перекладины просверлите вертикальное отверстие и вставьте в него кусочек проволоки, загнув верхний конец, чтобы он держался в отверстии. Нижний конец проволоочки загните крючком, на нем будет подвешен маятник. Этот крючок должен свободно вращаться в своем гнезде.

На тонком шнурке подвесьте к крючку какой-нибудь тяжелый грузик (большую гайку, большой шарик от подшипника, завернув его в тряпочку).

Раскачайте маятник так, чтобы его размах не превышал длины подставки. Поворачивая подставку вокруг ее вертикальной оси против часовой стрелки, вы тем самым как бы повторите в миниатюре вращение Земли с запада на восток. Наша модель Земли поворачивается, а маятник продолжает колебаться в той плоскости, в которой он был запущен.



Этот опыт можно провести и более эффектно. Сделайте из толстой проволоки обруч диаметром 50 сантиметров и очень подвижной шарнир. Чтобы не сверлить проволоку, укрепите на внутренней стороне обруча на двух проволочках кусочек жести с хорошо зачищенным от-

верстием, в которое вставьте крючок и подвесьте на нем маятник. Затем на какой-нибудь перекладине подвесьте и весь обруч. К нижней его части привяжите еще одну веревку и, натянув ее вниз, закрепите конец. Обруч будет висеть вертикально, растянутый веревками.

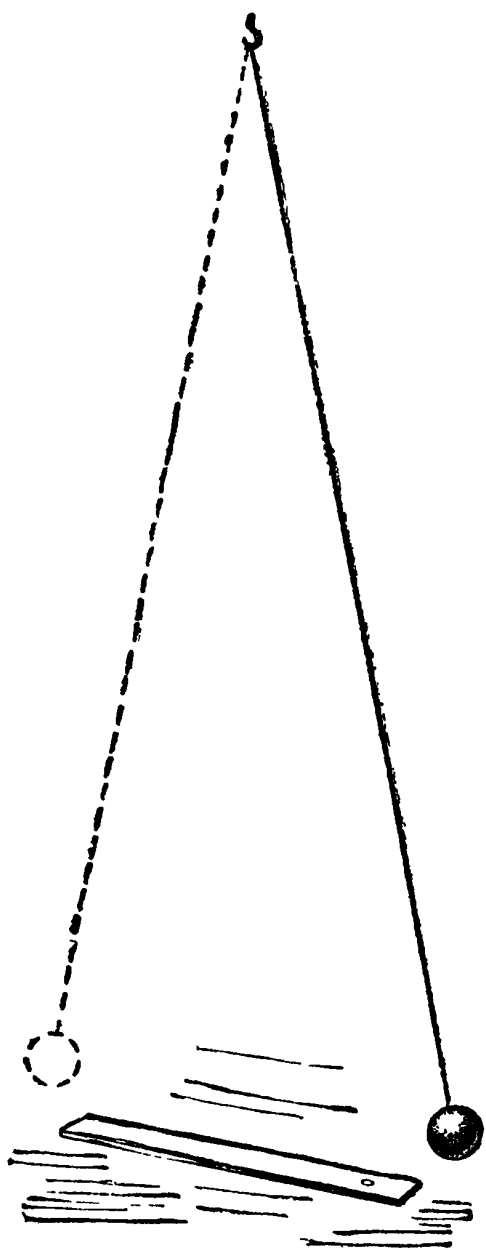
Раскачайте маятник. Когда вы станете вращать обруч вокруг его вертикальной оси, это нисколько не отразится на плоскости качания маятника. Он будет качаться в той же плоскости, в какой вы его запустили.

Если вам удастся найти помещение, в котором потолок находится на высоте 4—5 метров или больше, тогда опыт с маятником Фуко можно будет провести и не на моделях. К сожалению, этот опыт нельзя поставить на открытом воздухе, где легче найти высокую точку для подвеса маятника. Малейшее, даже малозаметное движение воздуха исказит результат опыта.

Сейчас будет описан опыт с маятником, который наглядно покажет вращение Земли. Воспользуйтесь этим описанием, чтобы проделать опыт, применяясь к тем условиям, которые у вас окажутся.

В потолок был вбит тонкий гвоздь с обмотанным вокруг него свободно вращающимся кусочком тонкой проволоки, загнутой крючком. На тонкой бечевке к этому крючку был подвешен резиновый мячик (диаметр 6 сантиметров), наполненный песком. Общая длина маятника была 410 сантиметров. Маятник не доходил до пола на 6 сантиметров. Когда маятник был запущен (запускать надо очень аккуратно, чтобы мячик не вертелся вокруг своей оси и чтобы качался в одной плоскости), было засечено время и на пол под маятник вдоль плоскости его качания положена линейка длиной в один метр. Мячик качался точно над этой линейкой.

Плоскость качания была выбрана по компасу, она



проходила с севера на юг. Наблюдатели во время опыта располагались на «юге». Спустя десять минут стало заметно, что колебания маятника направлены уже не вдоль линейки, как это было вначале, а пересекают линейку в ее средней части. На первую линейку была положена вторая, и так, чтобы маятник теперь качался точно над ней. Между линейками в точке их пересечения образовался угол. Создалось впечатление, что вся плоскость колебания маятника повернулась на этот угол по часовой стрелке — с востока на запад. На самом же деле за эти десять минут Земля вместе с комнатой и наблюдателями повернулась с запада на восток.

Как Луна вращает Землю

Что Луна вращает Землю, может показаться невероятным. Возникает справедливое сомнение: как Луна, масса которой в 81 раз меньше массы Земли и которая сама вращается вокруг Земли, вдруг вращает Землю?

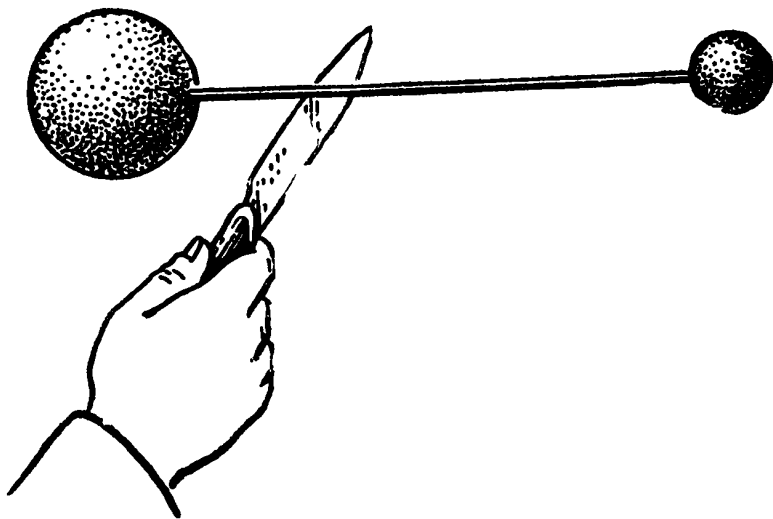
Земля совершает много разных вращений: она вращается вокруг Солнца, вращается вокруг своей оси, ось Земли совершает прецессионное вращение. Но есть у Земли и еще одно вращение, вызванное Луной. Не было бы Луны, не было бы и этого вращения. Земля и Луна очень сильно связаны друг с другом силами взаимного притяжения. Конечно, притяжение Земли более мощное, и Земля удерживает своим притяжением Луну на ее орбите. Луна же своим притяжением (правда, в этом ей помогает и Солнце) периодически поднимает в земных океанах воду — происходят приливы и отливы.

Ученые подсчитали, и оказалось, что Луна хотя и вращается вокруг Земли, но вращается не вокруг земного центра, а вокруг точки, которая отстоит от центра Земли на расстоянии приблизительно 4700 километров. Эта точка называется центром масс системы Земля — Луна.

Обычно мы пользуемся выражением «центр тяжести». У палки, например, центр тяжести находится на ее середине. Если этим местом вы положите палку на палец, то палка уравновесится, потому что точка ее опоры будет точно под центром тяжести. У шара центр тяжести совпадает с его центром.

Но если применительно к земным предметам мы

используем выражение «центр тяжести», зная, что сила тяжести — это сила притяжения тел к Земле, то по отношению к системе Земля — Луна применяют выражение не «центр тяжести», а «центр масс».



Сделайте небольшой прибор. Возьмите длинный пустой стержень от шариковой ручки — он имеет длину 12,7 сантиметра — и укрепите на его концах два шарика. Шарик можно подобрать деревянные от старых ненужных игрушек. Один шарик диаметром примерно три сантиметра, второй — один сантиметр. У большого шарика масса (под массой мы условились подразумевать меру инертности) в несколько раз больше, чем у маленького. Положите стержень с шариками на острие ножа и двигайте нож до тех пор, пока «коромысло» с шариками не уравновесится. Отметьте чернилами на стержне эту точку. Это будет центр тяжести нашей системы, состоящей из двух шариков. Массой стержня мы пренебрежем, она совсем незначительна. К точке, где расположен центр тяжести нашей системы, а она будет находиться ближе к большому шарiku, привяжите две нитки длиной 70 сантиметров. Другой конец ниток привяжите к какой-нибудь перекладине, например к дверному косяку. Нужно, чтобы наш прибор висел свободно, ничего не задевая. Передвигая нитки вдоль стержня, добейтесь полного равновесия коромысла с шариками. Теперь, вращая коромысло вокруг ниток, закрутите их как можно больше. Кончив закручивание, проверьте, придерживая нитки рукой, не сбилося ли место их крепления с точки центра тяжести. Поправьте коромысло и, когда оно будет висеть горизонтально, успокойте его, чтобы оно не качалось. Коромысло начнет вращаться вокруг раскручивающихся ниток. Обратите внимание, что нитки, являющиеся осью нашего прибора, висят строго вертикально, никакие силы не заставляют их сойти с вертикального положения. Когда прибор перестанет раскручиваться, он будет висеть неподвижно в горизонтальном положении.

Этот же опыт можно проделать иначе. Сдвиньте на один сантиметр нитки вдоль стержня по направлению к маленькому шарiku. Хорошо закрутите их и успокойте прибор, чтобы он не раскачивался. Осторожно отнимите руки. Начнется вращение. Обратите внимание на то, как ведут себя раскручивающиеся нитки. Они не висят вертикально, как раньше, а описывают конус. Теперь осью вращения нашего прибора стала ось этого конуса. Но ось по-прежнему проходит через центр тяжести двух шариков.

Проделайте этот опыт несколько раз, каждый раз сдвигая точку подвески все ближе и ближе к маленькому шарiku. При быстром вращении прибора стержень, висящий теперь совсем наклонно, описывает два конуса. Их вершины соединяются в одной неподвижной точке — центре тяжести этой маленькой системы. Особенно интересно наблюдать вращение прибора, когда он подвешен за самую середину стержня или совсем близко от маленького шарика.

Но вернемся в космос. Как же все-таки Луна вращает Землю? Вы уже, наверное, догадались, что только что проделанные опыты имеют прямое отношение к системе Земля — Луна. Роль стержня от шариковой ручки, который связывает шарики в нашем опыте, играет притяжение Луны к Земле и Земли к Луне. Центр масс этой космической системы, как уже говорилось, находится на расстоянии 4700 километров от геометрического центра Земли. Напомним, что экваториальный радиус Земли — 6378,16 километра, значит, центр масс системы Земля — Луна находится внутри земного шара.

За полный оборот Луны вокруг Земли геометрический центр Земли тоже делает полный оборот вокруг центра масс системы Земля — Луна.

Ну, а теперь давайте сделаем очень упрощенную модель, иллюстрирующую вращение системы Земля — Луна. В ней не будут соблюдаться масштабы, не будет выдержано соотношение масс Земли и Луны, вращение Луны вокруг Земли будет происходить не по эллиптической, а по круговой орбите.

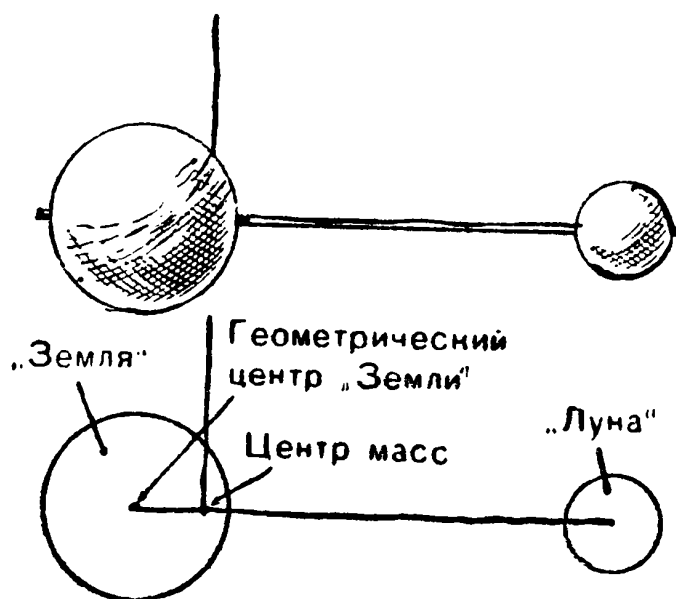
Возьмите кусочек пластилина и вылепите из него шарик диаметром три сантиметра. Это будет «Земля». Затем привяжите к стержню от шариковой ручки на расстоянии 2,5 сантиметра от конца две нитки. Привязать

их нужно крепко, чтобы они не сдвигались с места. Насадите на этот конец стержня «земной шар». Стержень должен пройти насквозь строго по диаметру. Нитки при этом прорежут пластилиновый шарик и выйдут из него над тем местом стержня, к которому они привязаны.

Прорезь в пластилине аккуратно заделайте, проследите, чтобы при этом не сдвинулись нитки. Место крепления ниток на стержне будет центром масс нашего прибора, когда он будет закончен. Теперь подвесьте прибор на привязанных к нему нитках и наденьте на свободный конец шарик, тоже вылепленный из пластилина, но гораздо меньшего размера, чем первый. Прежде чем вылепить этот второй шарик, нужно взять маленький кусочек пластилина, прилепить к концу стержня и добиться полного равновесия, отрывая или добавляя пластилин. Стержень должен висеть горизонтально. Потом снимите пластилин, скатайте из него маленький шарик — «Луну» и насадите его на тот же конец стержня.

Добейтесь, чтобы наш прибор висел строго горизонтально, затем хорошо закрутите его вокруг ниток, на которых он висит. Осторожно, чтобы он не раскачивался, отпустите его. Наша модель системы Земля — Луна станет вращаться. «Луна» будет вращаться вокруг «Земли», а геометрический центр пластилиновой «Земли», расположенный на расстоянии одного сантиметра от точки подвеса, то есть центра масс, будет описывать окружность вокруг этого центра. Нитки, на которых вращается прибор, будут висеть вертикально, если система хорошо уравновешена.

Проделанные вами опыты наглядно показывают, какое важное значение имеет правильная центровка различных вращающихся деталей машин: маховиков, роторов турбин, генераторов и двигателей, всевозможных валов. Как важно, чтобы ось детали машины проходила через центр тяжести, чтобы не создавалась ненужная вибрация, которая вредно отражается на всей машине, приводит к износу подшипников и расшатыванию фундамента.



СКВОЗЬ БЕЗДНУ ПРОСТРАНСТВА И ВРЕМЕНИ

Оптическое путешествие по космосу

В 1611 году выдающийся немецкий астроном Иоганн Кеплер создал астрономическую трубу, которую можно считать предшественницей современных мощных телескопов-рефракторов. Астрономическая труба постепенно совершенствовалась: улучшалось качество линз, увеличивался их размер, создавались механизмы для наводки трубы на определенный участок неба, был придуман механизм для сохранения постоянства точки наблюдения независимо от вращения Земли. Одним словом, астрономическая труба превратилась в мощный, очень усовершенствованный телескоп. Ученые с помощью таких телескопов могли все глубже и глубже проникать взглядом в отдаленные участки Вселенной. Появилась возможность познакомиться более подробно с планетами Солнечной системы. У многих из них были обнаружены спутники, о существовании которых раньше не было известно, улучшилось наблюдение комет.

Сейчас, кроме оптических телескопов, получают все большее распространение радио- и рентгеновские телескопы. Они дают возможность изучать не внешние признаки небесных тел, а узнавать иногда и о тех процессах, которые происходят в их недрах.

Радиотелескопы сообщают ученым о многих интересных событиях, которые происходят в самых отдаленных местах нашей Галактики и даже за ее пределами, в других звездных системах.

Улавливая радиоволны и рентгеновское излучение, приходящие из космического пространства, ученые узнают много нового. Но не о том, что происходит сейчас. Ученые узнают о том, что происходило многие годы назад. От нескольких лет до тысяч, миллионов и даже миллиардов лет! Скорость света и радиоволн 300 000 километров в секунду. Это самая большая скорость, возможная в природе. Свет Солнца доходит до нас тоже не мгновенно, а спустя 8,3 минуты после «вылета» с солнечной поверхности.

Однако, сопоставляя разные наблюдения, изучая по существу прошлое нашей Вселенной, ученые могут судить и о том, что происходит в ней теперь.

Самодельный телескоп-рефрактор

Существует два типа оптических телескопов: телескопы-рефракторы и телескопы-рефлекторы.

В телескопах-рефракторах оптическая система состоит из линз. И объектив (оптическая система, направленная на наблюдаемый объект) и окуляр (оптическая система, в которую рассматривается пойманное объективом изображение) — линзы. В телескопах-рефлекторах исследуемый объект ловится параболическим зеркалом, а затем полученное изображение рассматривается с помощью окуляра, состоящего из системы линз.

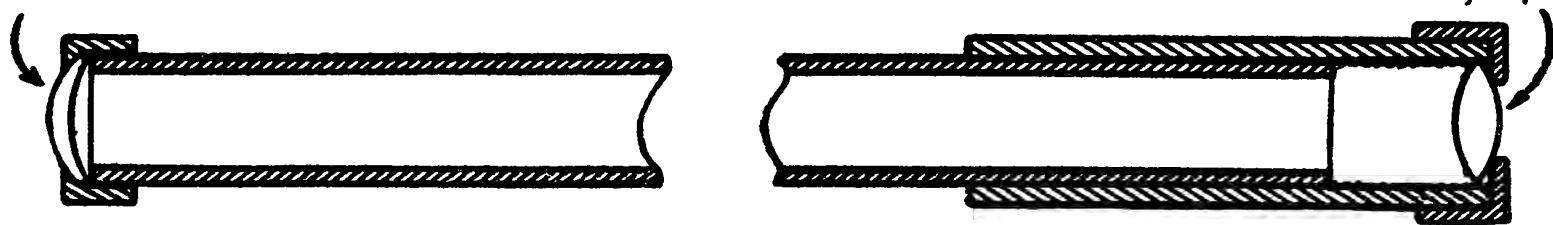
Мы с вами сделаем телескоп-рефрактор, потому что линзы к нему приобрести легко и изготовление его не сложно. Параболическое же зеркало к телескопу-рефлектору нужно шлифовать самому, а это довольно сложное и длительное дело. Но если кто из вас интересуется изготовлением телескопа-рефлектора, нужные сведения сможет получить из книги М. С. Навашина «Телескоп астронома любителя» (Физматгиз, 1962).

С помощью телескопа, который мы с вами изготовим, можно будет совершать увлекательные «прогулки» по небу, конечно, когда оно свободно от туч и облаков и на открытом воздухе достаточно тепло. Из комнаты через оконное стекло наблюдать звездное небо неудобно, кроме того, оконное стекло исказит изображение. Телескоп, который мы сделаем, даст возможность наблюдать Луну, планеты и звезды, увеличивать он будет в сто раз. При наблюдении, например, Марса во время его противостояния, то есть когда он ближе всего находится к Земле, вы увидите красноватый кружочек размером с горошину, если ее рассматривать на расстоянии 30 сантиметров.

Для нашего телескопа понадобятся две линзы, несколько листов толстой настольной бумаги и клей.

Линзу для объектива можно приобрести в аптеке в отделе оптики. Нужна очковая линза $+0,5$ диоптрии. У линзы могут быть неровные края, пусть это вас не смущает. Диаметр линзы около пяти сантиметров, и такого же диаметра мы будем клеить трубу.

Для окуляра нужно приобрести лупу с фокусным расстоянием два сантиметра. Диаметр лупы значения не имеет, но лучше, чтобы он был не больше пяти



сантиметров. Основная труба телескопа должна быть 1,9 метра, а вместе с окулярной трубкой — 2 метра.

Если вам не удастся достать линзу $+0,5$ диоптрии, то можно взять линзу в $+1$ диоптрию. Но тогда телескоп будет длиною в один метр. При том же окуляре это даст увеличение в 50 раз. И этого увеличения достаточно для многих интересных наблюдений. Изображение планет будет меньшего размера, но зато более четкое.

Для изготовления основной трубы нужно взять лист плотной настольной бумаги, свернуть его в трубку на ровной палке или подходящей трубе диаметром пять сантиметров, затем, распрямив лист, следует отметить, сколько бумаги приходится на внутреннюю поверхность трубы. Эту часть листа закрасьте черной не блестящей краской (черной гуашью или «соусом»). Внутренняя поверхность трубы должна быть черная и не блестящая. Затем промажьте клеем край листа и, свернув его опять в трубку на той же палке, туго намотайте на нее остальную часть листа. С внутренней стороны смажьте край листа клеем, тогда труба не развернется. Нужно позаботиться, чтобы трубка была свернута туго и все слои бумаги плотно прилегали друг к другу. Для трубы длиною в 1,9 метра, возможно, понадобится склеить еще одну такую же трубку, а затем, состыковав их концами, обмотать стык два-три раза бумагой, хорошо промазывая внутреннюю сторону листа клеем. Если вы предполагаете взять будущий телескоп в поездку, то для удобства место стыка надо изготовить так, чтобы одну трубку можно было бы легко отсоединить от другой.

Для окулярной трубки нужно склеить из такой же бумаги трубку длиной 20 сантиметров. Ее внутренний диаметр должен равняться наружному диаметру большой трубы. Необходимо, чтобы окулярная трубка, плотно надетая на конец основной трубы, достаточно свободно передвигалась по ней.

Когда основная и окулярная трубы будут склеены, нужно укрепить в них линзы.

Из тонкого картона или из той же плотной бумаги изготовьте с помощью ножниц и клея две крышечки; одну для конца трубы, где будет объектив, другую на конец окулярной трубки. Точно в середине крышечек надо прорезать отверстия чуть меньше диаметров наших линз. Поставив снаружи линзу точно посередине, наложите на линзу кольцевой ободок из плотной бумаги и слегка закрепите его клеем. Теперь крышечки вместе с линзами в любое время можно будет снять, протереть линзы чистой байковой тряпочкой и положить в коробочку, чтобы не пылились.

Линза объектива должна устанавливаться выпуклостью наружу. Когда все будет готово, линзы протерты и надеты на свои места, можно считать, что оптическая часть телескопа готова. Неплохо трубки телескопа покрыть снаружи масляной краской и дать ей хорошо высохнуть.

Для склеивания больших трубок можно использовать клейстер, который готовят для клейки обоев. Для клейки колпачков — держателей стекол — лучше пользоваться синтетическим или каким-либо другим клеем в тюбике, который хорошо клеит бумагу. При работе с клеем ни в коем случае нельзя пачкать стекла. Стекла должны быть идеально чистыми. Брать линзу можно охватив двумя пальцами ее противоположные края.

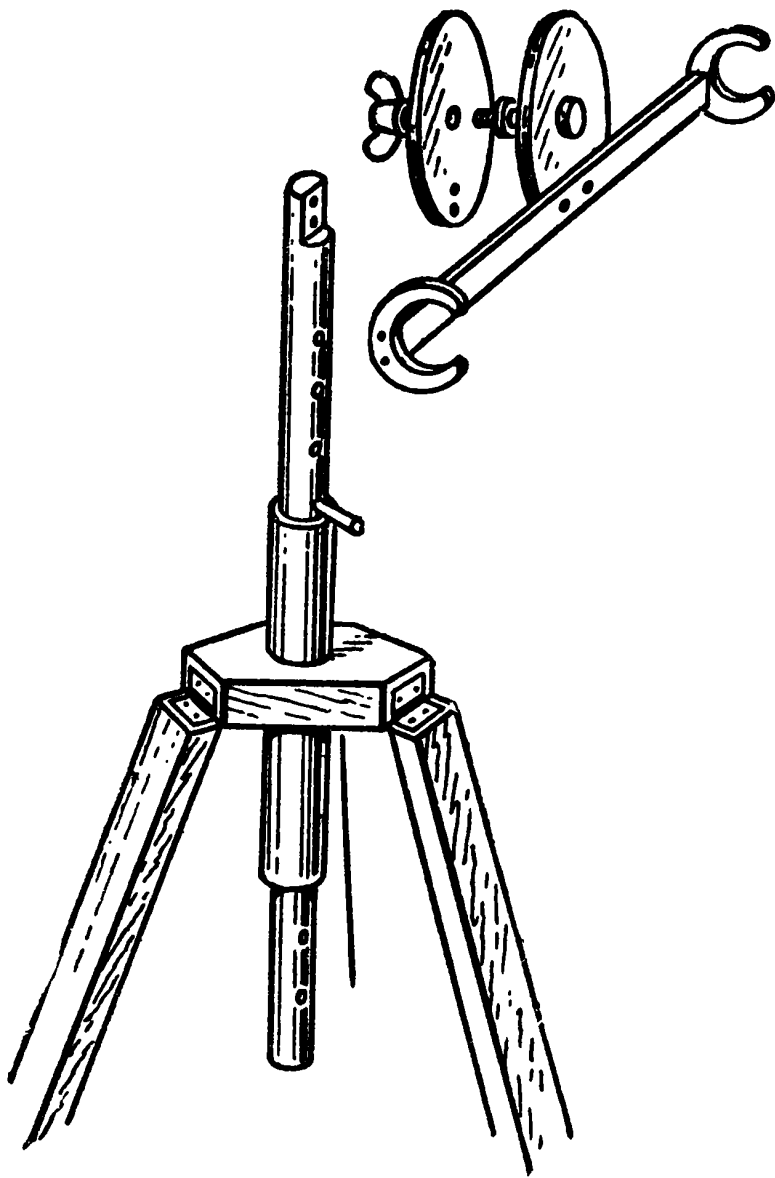
Перед установкой линз в оправах их нужно помыть с мылом (если только линзы не склеенные), дать хорошо просохнуть и затем протереть чистой байковой тряпочкой.

Нам осталось сделать еще одну важную часть телескопа — штатив. Без штатива пользоваться телескопом невозможно.

Штатив нужно сделать такой высоты, чтобы можно было, сидя на складном стуле, без особого напряжения наблюдать разные участки неба — от Полярной звезды (над головой) до самого горизонта.

Штатив будет комбинированный — состоять из неподвижного треножника и выдвижного, поворачивающегося во все стороны устройства.

Ножки штатива нужно сделать из деревянных планок длиной около 120 сантиметров, сечением 2×4 сантиметра. Из доски толщиной 4 сантиметра выпилите треугольник со сторонами примерно по 12 сантиметров.



В центре треугольника просверлите отверстие, в которое будет вставляться круглая палка диаметром 2—2,5 сантиметра. Это будет держатель нашего телескопа. В палке-держателе через каждые 5 сантиметров сделайте сквозные отверстия, в которые можно вставить металлическую шпильку. Упираясь в треугольник треножника, шпилька не даст держателю опускаться вниз.

К треугольнику, срезав его углы, на навесных петлях прикрепите ножки, заострив их.

К верхней части держателя, сбоку, привинтите двумя шурупами деревянный кружок. К нему на винте с барашком прикрепите второй кружок, который может поворачиваться на винте. Винт с барашком при его завинчивании до отказа должен прижимать один кружок к другому. Ко второму кружку по его хорде прикрепите деревянную рейку длиной 50—60 сантиметров. К ее концам перпендикулярно к ней прикрепите два фанерных кружка диаметром 12—15 сантиметров. В кружках нужно сделать кольцевые гнезда, в которые будет вкладываться наш телескоп. К этим кружкам приделайте шнурки для закрепления телескопа, тогда он не вывалится из гнезд. Здесь дано описание деталей простейшего треножника; вы можете придумать более совершенную конструкцию. Например, весь держатель телескопа сделать металлический: вместо деревянной круглой палки — алюминиевая трубка, все остальные крепежные детали — из имеющегося под рукой металла. Все деревянные детали штатива перед их сборкой нужно хорошо обработать наждачной шкуркой, покрасить и покрыть лаком.

Уровень расположения трубы регулируется поднятием или опусканием держателя (палка или трубка). Вставленная в соответствующее отверстие деревянная палочка не даст телескопу вместе с держателем сдвинуться вниз. Для того чтобы у держателя телескопа не было перекоса, вставьте наглухо в деревянный треугольник штатива небольшой металлический патрубок, а уж в него стержень держателя. Тогда система будет устойчивее и держатель будет легче поворачиваться вокруг своей оси.

Наклон трубы телескопа обеспечивается поворотом кружка с рейкой вокруг болта с барашком. Барашек крепко фиксирует наклон трубы.

На подгонку приспособлений для наклона и поворота телескопа нужно обратить особое внимание. Телескоп все время придется вращать, даже когда он уже наведен на определенный объект ваших наблюдений. Земля вращается, и наблюдаемый вами объект все время будет выскальзывать из поля наблюдения. В обсерваториях у каждого телескопа есть механизм, который вращает телескоп с той же скоростью, с какой Земля «уводит» его от объекта наблюдения. В результате телескоп оказывается «намертво» нацеленным в нужную точку неба, и астроном может спокойно вести свои наблюдения или производить фотосъемку.

Когда у вас все будет готово и телескоп укреплен в гнездах штатива, поверните трубу горизонтально и наведите ее на какой-нибудь отдаленный предмет — дерево, дом, фонарный столб и т. п. Лучше это делать днем. Направлять телескоп на объект наблюдения нужно так, как будто вы собираетесь выстрелить из ружья и наводите его на цель. «Цель» должна оказаться на линии, проходящей по самому верху трубы. Ни мушки, ни прицельной рамки на трубе нет, но их легко себе представить. А когда «цель» поймана, тогда легко навести и объектив на намеченный объект. Смотря в окуляр, двигайте его взад и вперед, пока не увидите четкое изображение. Изображение будет «вверх ногами», но это не имеет никакого значения при наблюдении небесных тел.

Четкость изображения зависит от правильной центровки линз нашего телескопа. Центры линз объектива и окуляра должны совпадать с осью трубы. Для проверки центровки попробуйте, смотря на наблюдаемый

предмет, вращать трубку окуляра вокруг своей оси. Если изображение остается без изменений, значит, центровка правильная и, дождавшись вечера и, конечно, безоблачного неба, можно будет приступить к увлекательному путешествию по небу.

С помощью телескопа вы сможете познакомиться со многими планетами Солнечной системы, с кратерами Луны и ее «морями». Правда, звезды будут выглядеть почти так же, как и без телескопа, только немного ярче, но в телескоп вы увидите и такие звезды, которые простым, невооруженным глазом не разглядишь.

Для тех, кто увлечется астрономией, а ею трудно не увлечься, можно порекомендовать книгу И. Д. Новикова и В. А. Шишакова «Самодельные астрономические инструменты и наблюдения с ними». В ней описано, как изготовить разнообразные астрономические инструменты.

Чтобы «путешествовать» по небу не вслепую, приобретите «путеводитель по небу» — «Школьный астрономический календарь». Его ежегодно выпускает издательство «Просвещение». В календаре дана карта звездного неба, рассказано, что, когда и где можно наблюдать.

Чем недовольны астрономы

Чем же они недовольны? Сейчас созданы замечательные обсерватории с мощными телескопами и другими совершенными приборами. С их помощью изучают не только планеты Солнечной системы и звезды нашей Галактики, но и проникают в тайны других галактик. Оборудованием обсерваторий астрономы вполне довольны, недовольны же они... земной атмосферой! Это звучит, конечно, странно — жизнь на Земле существует только благодаря атмосфере и солнечным лучам. Как же можно быть недовольным тем, без чего невозможна жизнь?

Земная атмосфера так преломляет световые лучи, идущие от планет, звезд, других галактик, что их изображение получается с некоторым искажением. Кроме этого, атмосфера влияет и на прием радиосигналов, проходящих из отдаленных глубин Вселенной. Атмосфера содержит в себе и влагу и частички пыли, не говоря уже о том, что тучи и облака в самый нужный для наблюдений момент могут закрыть небо.

Мечта всех астрономов — скорее вырваться в космос за пределы земной атмосферы и там без всяких помех производить свои наблюдения. Но пока астрономы остаются на Земле. И только космонавтам, когда они находятся на орбитальной станции, удастся наблюдать далекие миры без атмосферных помех. Поэтому летчики-космонавты, когда они отправляются в космическую командировку, получают много различных поручений от астрономов. Наши орбитальные станции оснащены совершенными приборами. Правда, размеры телескопов пока несколько ограничены. Из космических командировок космонавты привозят фотоснимки, записанные приборами на пленках и бумажных лентах графики, результаты самых разнообразных наблюдений и исследований. На Земле ученые весь этот материал изучают и готовят задания для следующих летчиков-космонавтов, которые полетят на орбитальную станцию.

Конечно, для наших астрономических наблюдений атмосферные помехи не будут иметь большого значения. И мы удовлетворимся инструментами и теми условиями, которые у нас имеются.

Цветовые сообщения из далеких миров

Кроме оптических телескопов, которые дают возможность увидеть далекие миры или сфотографировать определенные участки неба для их детального изучения, существуют специальные приборы, которые улавливают радиосигналы, возникающие в результате сложных физических процессов, происходящих в отдаленных районах нашей Галактики. Имеются приборы для изучения космических лучей. С помощью специального телескопа изучаются рентгеновские излучения Солнца и звезд.

Но есть и еще один очень интересный способ изучения далеких миров, который дает возможность узнать, из каких элементов состоит далекая звезда, а также в каком направлении и с какой скоростью она движется.

Этот способ — спектральный анализ. Ученые с помощью приборов спектроскопов получают из космоса своеобразные, как бы зашифрованные донесения. Расшифровывая цветовой язык этих сообщений, ученые многое узнают о нашей Вселенной.

Чтобы понять, как расшифровываются цветовые сообщения из далеких миров, мы с вами сначала сделаем несколько опытов.

Солнечный зайчик и его превращение

Начнем с солнечного луча.

Трехгранная стеклянная призма у вас дома вряд ли есть, но зеркало из толстого стекла может быть. У зеркал из толстого стекла края всегда скошенные. Наведите с помощью маленького зеркальца на зеркало со скошенными краями солнечный зайчик. Падая на зеркало под небольшим углом, он отразится от амальгамы и выйдет наружу через скошенный край зеркала. И тогда на стене или на подставленном листе бумаги вы увидите цветовую полоску — радугу.

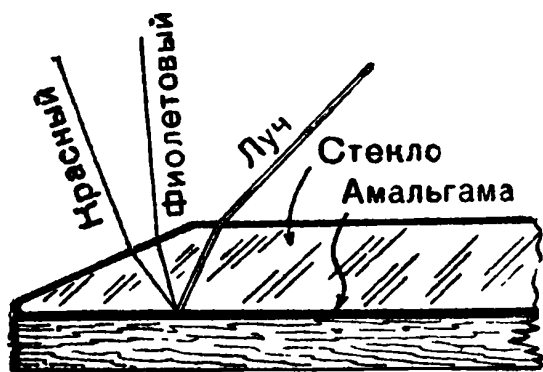
Бывает и так, что радуга возникает в комнате случайно. В ясный день против зеркала на потолке или стене вдруг появляется красивая цветная полоска.

Каждый цвет спектра незаметно переходит в другой. Исаак Ньютон выделил семь цветов спектра:

красный,
оранжевый,
желтый,
зеленый,
голубой,
синий,
фиолетовый.

С отдельными цветами спектра можно проделать любопытные опыты. Например, «смешать» два основных цвета спектра, взятых через один и получить третий основной цвет спектра, стоящий между ними.

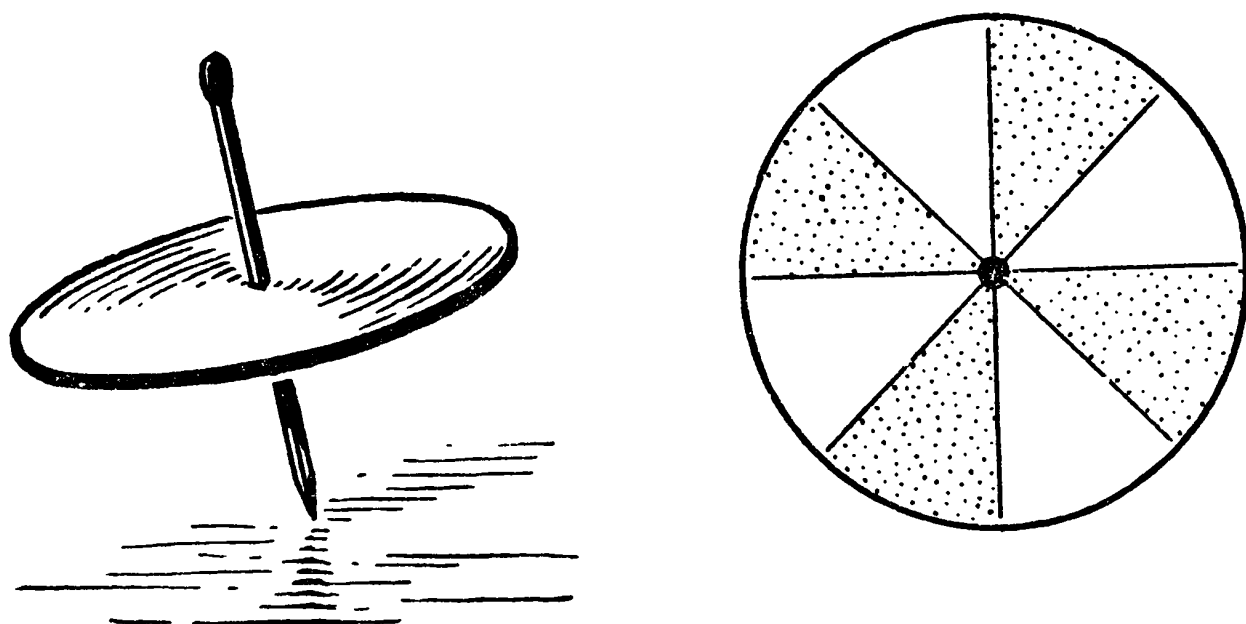
Так, красный и желтый превращаются в оранжевый; оранжевый и зеленый, смешиваясь, дают желтый; желтый и голубой дают зеленый; зеленый и синий — голубой...



В лаборатории смешивать цвета удобно с помощью проекционных фонарей и наборов цветных стекол — светофилт-

ров. У нас с вами ничего этого нет. Поэтому мы будем смешивать не различные цвета спектра, а различные цвета красок. Для этого воспользуемся хорошими акварельными красками и простым самодельным волчком.

Вырежьте из белой плотной (рисовальной) бумаги несколько кружков диаметром 4,5—5 сантиметров и один такой же кружок из не очень толстого картона. Бумажные кружки разделите на восемь одинаковых секторов. Проводите карандашом линии слегка, чтобы меньше загрязнялся цвет, который мы хотим получить. Закрасьте сектора поочередно теми цветами, которые вы предполагаете сложить. Например, один сектор красный, другой — желтый, снова красный, затем желтый и так да-



лее. Краску нужно наносить не густо, а так, как принято в акварельной живописи, чтобы и цвет был достаточно насыщенный, и бумага просвечивала. Краска должна лежать ровно, без подтеков. Перед нанесением краски смочите сектор, который вы собираетесь закрасивать, чистой водой, удалите кистью лишнюю воду и по ровновлажной поверхности нанесите разведенную заранее краску. Когда краска высохнет, разровняйте кружок, наложите его на картонный кружок и проткните их заостренной спичкой. Запустите полученный волчок на гладкой поверхности, и вы увидите тот цвет, который появился от сложения красного и желтого цветов — оранжевый.

Для неоднократного проведения этого опыта советуем наклеить на картон белую бумагу и вырезать столько кружков, сколько пар цветов вы собираетесь смешивать.

Со смешением цветов можно проделать и такие опыты. В спектре существуют так называемые дополнительные цвета. Они при оптическом смешении дают белый цвет. Вот эти цвета: красный и голубовато-зеленый, оранжевый и голубой, желтовато-зеленый и фиолетовый. Если с помощью волчка сложить три цвета: красный, зеленый и синий, тоже получится белый цвет.

Красный, зеленый и синий цвета применяются как основные цвета в цветной фотографии, цветном кино и телевидении.

Конечно, на ваших волчках чисто-белого цвета добиться будет трудно, даже самая хорошая акварельная краска содержит некоторые посторонние примеси. Чем нежнее, прозрачнее вы нанесете на сектора краску, тем лучший результат получится.

Мы неправильно употребляем слово «цвет» к белому и черному. Белого цвета нет. Это оптическая сумма всех цветов. Также не существует черного цвета. Черное — это полное отсутствие любого цвета и света вообще. Но так уж принято наряду со всеми цветами спектра говорить «черный цвет», «белый цвет».

Художники широко использовали смешение различных цветов. Существовало течение — пуантилизм. Художник наносил на холст чистую краску маленькими мазками, чередуя мазки разных цветов так, чтобы они на некотором расстоянии от зрителя давали впечатление нового цвета.

Неизбежный разговор о волнах

Почему стеклянная призма разлагает белый свет на цветные лучи? Почему простой солнечный зайчик превращается вдруг в цветную полоску?

Свет, обыкновенный белый свет, который нам щедро, правда, с опозданием на восемь минут, присылает Солнце, сложен по своему составу. Ученые доказали, что свет распространяется волнами, что природа света — волновая, что это очень короткие электромагнитные волны, подобные тем, на которых мы с вами слушаем радиопередачи и смотрим телевизионные программы. Только если длина радиоволн измеряется метрами и сантиметрами, то длина световых волн измеряется миллионными долями миллиметра.

Луч белого света состоит из нескольких цветных лучей, но мы их в отдельности не различаем. Когда белый луч проходит через стеклянную трехгранную призму, она сортирует цветные лучи, расставляет их по своим местам, получается цветная полоса спектра.

Самые длинные волны (в пределах видимого спектра) — это волны красного цвета. Они отклоняются призмой меньше всего. Самые же короткие волны — фиолетового цвета. Они отклоняются больше всех других волн. Волны остальных лучей спектра располагаются между красным и фиолетовым.

О чем может рассказать спектр

Солнечные лучи превращаются стеклянной призмой в радужную полосу. Ученые построили прибор — спектроскоп, который дает возможность получать не узенькую полосу спектра, а очень широкую, на которой более плавно один цвет переходит в другой. На этом приборе имеется специальная шкала, по которой видно, что каждый цвет находится строго на своем месте. Опыты показали, что раскаленные твердые тела дают сплошной спектр, а раскаленные газы сплошного спектра не дают, а дают только несколько цветных полосок, настолько узких, что их можно считать линиями.

Например, раскаленные пары металла натрия дают только две близко расположенные друг от друга желтые линии.

Если рассматривать полосу сплошного спектра через сравнительно холодные, то есть не светящиеся пары натрия, то на том месте шкалы спектроскопа, где наблюдались желтые линии от раскаленного натрия, теперь будут две близко расположенные друг к другу черные линии. Пары натрия пропустили через себя все остальные цвета спектра и задержали только те цвета, которые они излучают, когда находятся в раскаленном состоянии.

В сплошном спектре Солнца и в сплошных спектрах звезд есть множество черных линий. Дело в том, что лучи Солнца (или далекой звезды) исходят из раскаленной среды в виде сплошного спектра. А атмосфера Солнца и атмосфера рассматриваемой звезды хотя и состоят

из раскаленных газов, но их температура значительно ниже температуры раскаленного источника лучей, поэтому каждый газ по-своему задерживает свою долю спектра.

В спектроскопе на сплошном поле спектра видно много черных линий. Расшифровываются они так: каждая группа линий принадлежит определенному газу. Группируя линии, можно точно сказать, какие газы есть на Солнце, какие газы есть на той или другой звезде.

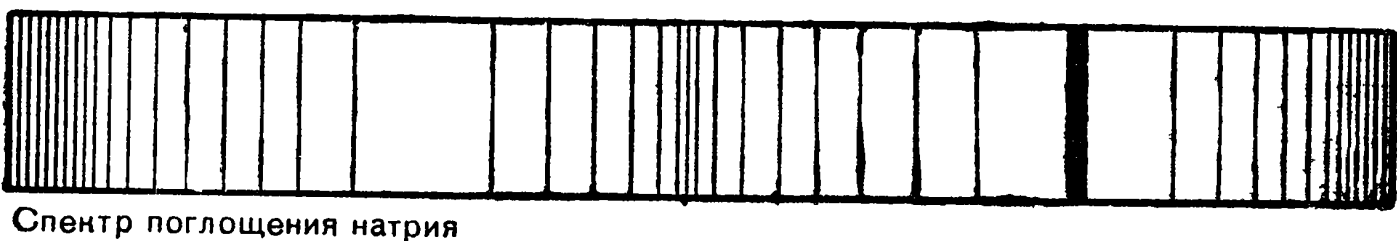
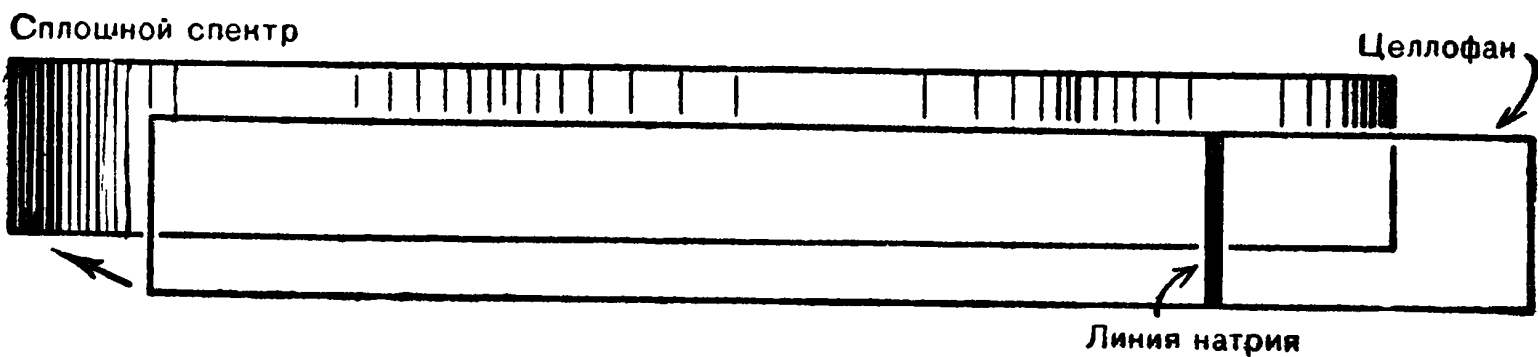
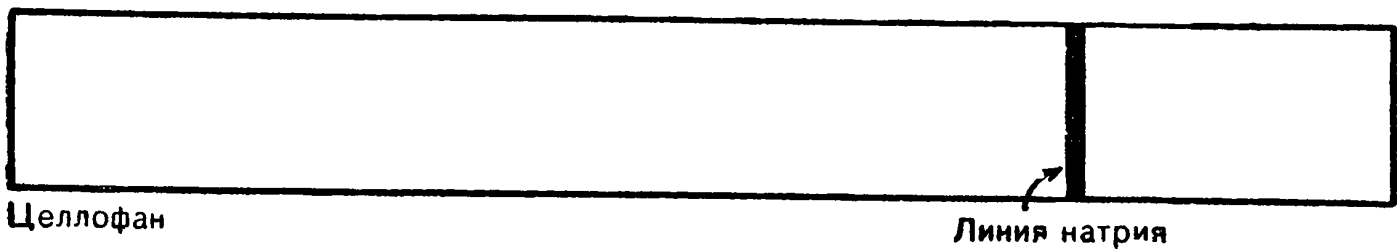
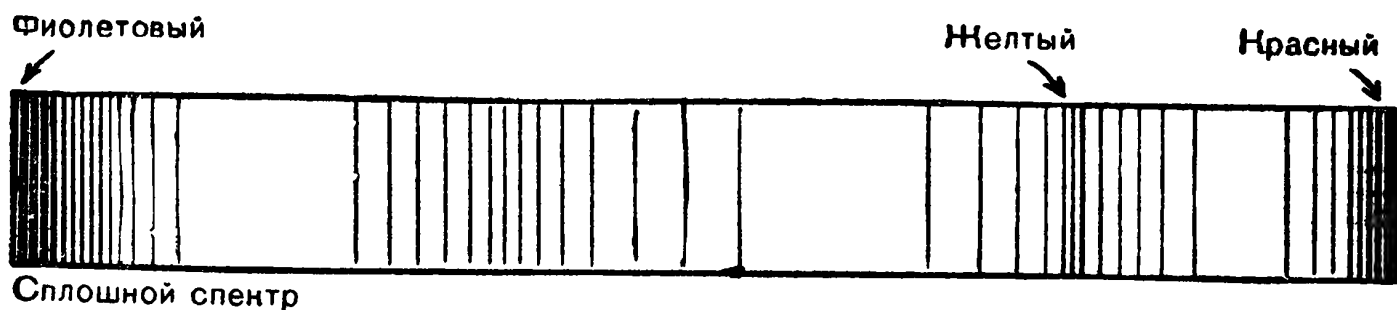
Интересно, что и на Солнце и на звездах ученые обнаружили только те элементы, которые есть у нас на Земле.

Известен случай, когда с помощью спектроскопа на Солнце был обнаружен неизвестный на Земле газ. Его назвали в честь Солнца гелием. А спустя 26 лет этот самый газ был обнаружен и на Земле. Это второй после водорода легкий газ. Он сейчас широко применяется в промышленности и в научных лабораториях.

Сделайте акварельными красками полосу сплошного спектра точно такого же размера, как в учебнике физики для десятого класса, и обведите ее рамкой.

Затем на листе белого целлофана начертите тушью такую же рамку, приложите целлофан к спектру натрия, и там, где вы увидите желтую полосу (упрощенно изображают одну полосу, на самом деле это две тонкие желтые линии), проведите тушью на целлофане черную полосу такого же размера. Когда тушь высохнет, наложите целлофан на нарисованный вами сплошной спектр. Вы получите спектр поглощения натрия. Казалось бы, зачем все это проделывать, когда на цветной таблице все изображено. Но дело в том, что листочек целлофана в ваших руках заменяет те пары натрия, через которые вы рассматриваете сплошной спектр. Уберите «пары натрия», спектр будет без «поправки». Наложите целлофан, на спектре появилась черная полоска — «автограф» натрия.

В учебнике физики вы можете увидеть солнечный спектр с хорошо видимыми в спектроскопе черными полосками. Это менее раскаленные газы солнечной атмосферы поглотили каждый свою долю сплошного спектра. Но когда происходит полное солнечное затмение, когда Луна оказывает огромную услугу астрономам, закрывая весь солнечный диск, незакрытой остается светящаяся



раскаленная солнечная атмосфера. И вот теперь-то в спектроскоп виден спектр этой самой атмосферы. И там на шкале спектроскопа, где наблюдались черные линии, появились цветные линии тех газов, которые содержатся в раскаленной атмосфере Солнца. Теперь они излучают свой спектр сами, говорят о себе своим цветным языком. Верхние слои солнечной атмосферы, хотя и раскалены и светятся довольно ярко, считаются самой холодной областью Солнца. Температура солнечных недр достигает 20 миллионов градусов, а условно принятая за «поверхность» Солнца фотосфера имеет только 6 тысяч градусов. У раскаленной атмосферы Солнца температура еще ниже.

Когда бывают солнечные затмения, вы можете их наблюдать, вооружившись хорошо закопченным стеклом. А еще лучше, если вы заблаговременно приготовите для наблюдения солнечного затмения фотопластинку, которую нужно выставить на свет, а потом проявить и закрепить. Получится стеклянная пластинка с ровной черной поверхностью, очень удобная для наблюдений. До затмения Солнце через такую пластинку просматривается как неяркий светлый кружок.

«Радуга» в космосе

«Красота необычайная!» Это слова первооткрывателя космоса Юрия Гагарина. В своем дневнике он написал: «Когда я смотрел на горизонт, то хорошо видел резкий, контрастный переход от светлой поверхности Земли к совсем черному небу. Наша планета была как бы окружена ореолом голубоватого цвета. Потом эта полоса постепенно темнеет, становится фиолетовой, а затем черной. Этот переход очень красив, его трудно передать словами. Даже в нашем могучем русском языке, пожалуй, не найти таких сравнений, чтобы описать эту картину».

И дальше Гагарин пишет:

«Земля, при переходе космического корабля с теневой стороны Земли на дневную, выглядела так. Сначала идет яркая оранжевая полоса. Потом она очень плавно, незаметно переходит все в тот же знакомый уже нам голубоватый цвет, а затем снова в темно-фиолетовые и почти черные тона. Картина по своей цветовой гамме прямо неопишуема. Она надолго остается в памяти».

Второй в мире полет в космическое пространство совершил советский летчик-космонавт Герман Степанович Титов. Он сделал несколько цветных снимков Земли из космического пространства. На одном из снимков, сделанном в момент выхода космического корабля из тени Земли, виден вокруг дугообразного земного горизонта радужный ореол, о котором писал Гагарин.

Земная атмосфера играет роль гигантской призмы, разлагающей солнечный свет на его составные цвета.

Конечно, никакая фотография не в силах передать богатство красок, которое удастся наблюдать в натуре.

Проделав опыт, который мы сейчас опишем, вы тоже

сможете увидеть красоту природных цветов. Это доставит и вам и тем, кому вы этот опыт продемонстрируете, огромное удовольствие.

Правда, яркие цвета спектра вы получите не в результате преломления света в призме, а вследствие явления дифракции. Но в данном случае это простой и всем доступный способ получения в домашних условиях отличного спектра, даже лучшего, чем с помощью толстого зеркала.

Возьмите граммофонную, желательно долгоиграющую, пластинку (на долгоиграющей пластинке звуковые дорожки расположены более тесно), подойдите с ней к окну (опыт этот делают днем) и, держа ее горизонтально, прижав ближайший край к переносице, чуть ниже глаз, посмотрите на ближнюю к вам сторону пластинки, на ее звуковые дорожки. При этом дальний край должен находиться в поле вашего зрения немного ниже верхней рамы окна. Между верхней перекладиной рамы и пластинкой должно быть видно небо. Если вытянуть руку, то пространство, в которое виден кусочек неба, должно укладываться в толщину одного-двух пальцев.

Немного наклоняя дальний край пластинки вверх и вниз, вы на дорожках ближней к глазам стороны увидите яркую цветную полосу. Можно так отрегулировать наклон пластинки, что эта полоса станет предельно яркой.



Космическая загадка ученым

Изучая спектры далеких звезд, астрономы вдруг встретились с непонятным явлением: в спектрах некоторых звезд черные линии, характерные для определенных химических элементов, почему-то оказались не на тех местах, где им полагается быть. Сдвиг, правда, небольшой, но он все-таки есть! У разных звезд этот сдвиг

разный и главным образом в сторону красной части спектра. Это была загадка. Но ученые быстро ее разгадали. И сразу же использовали это явление. Маленькое изменение в спектре дало ученым такие сведения о далеких звездах, каких никаким другим способом получить не удавалось. Это явление было названо «красным смещением», потому что спектральные линии звезд были сдвинуты к красной части спектра.

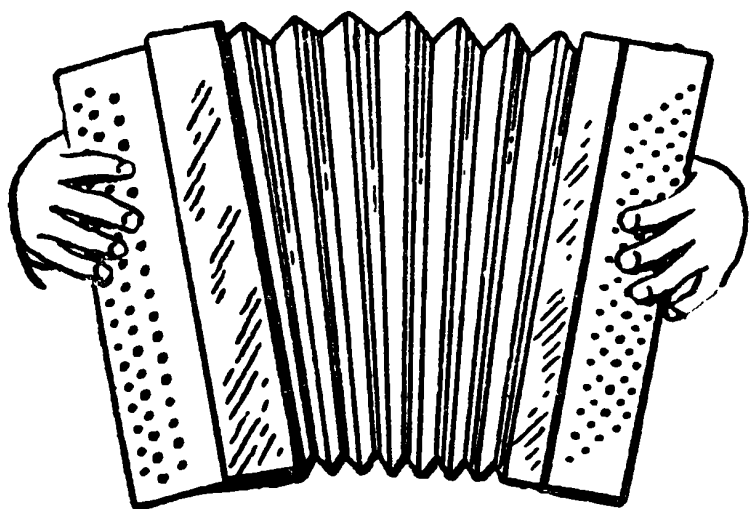
Чтобы лучше понять загадку «красного смещения», вернемся к волнам.

Разговор о звуковых волнах

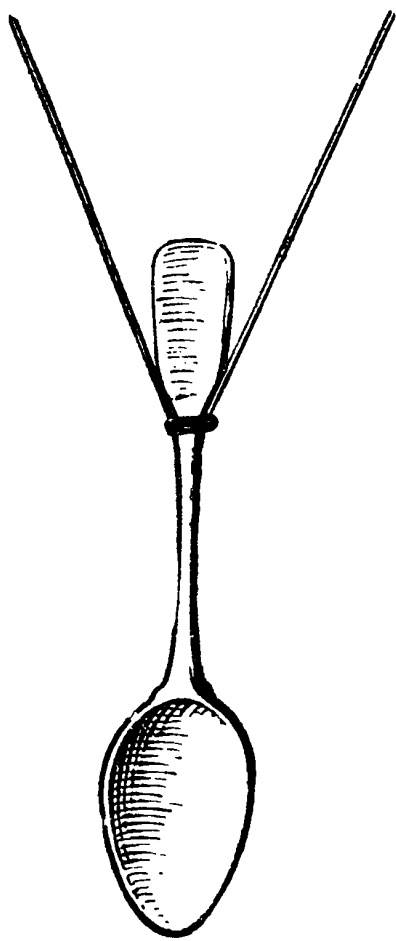
Известно, что звуковые волны продольные. А как они выглядят? Ведь продольную волну в природе не увидишь. Со световыми волнами лучше. Они поперечные. И хотя волны на воде довольно грубая модель, все же они дают некоторое представление о природе световых волн.

Чтобы хоть немного представить продольные волны, посмотрите, как сжимаются и растягиваются меха баяна или аккордеона. Вот также и продольные волны распространяются в упругой среде, то сжимая ее, то растягивая.

Звуковая волна бежит в воздухе со скоростью 340 метров в секунду (при средней температуре и средней влажности). Вы можете легко подсчитать по вспышке молнии и раскату грома, на каком расстоянии от вас сверкнула молния. Подсчитав, сколько секунд прошло от вспышки молнии до начала раската грома, умножьте это число на три. Полученный результат и есть примерное расстояние в сотнях метров до места вспышки молнии.



Воздух обладает хорошей упругостью, ему мы обязаны возможностью разговаривать друг с другом и слушать музыку, но все-таки он далеко не идеальный проводник звука... Лучшее всего проводят звук твердые тела, затем жидкости, потом газы.

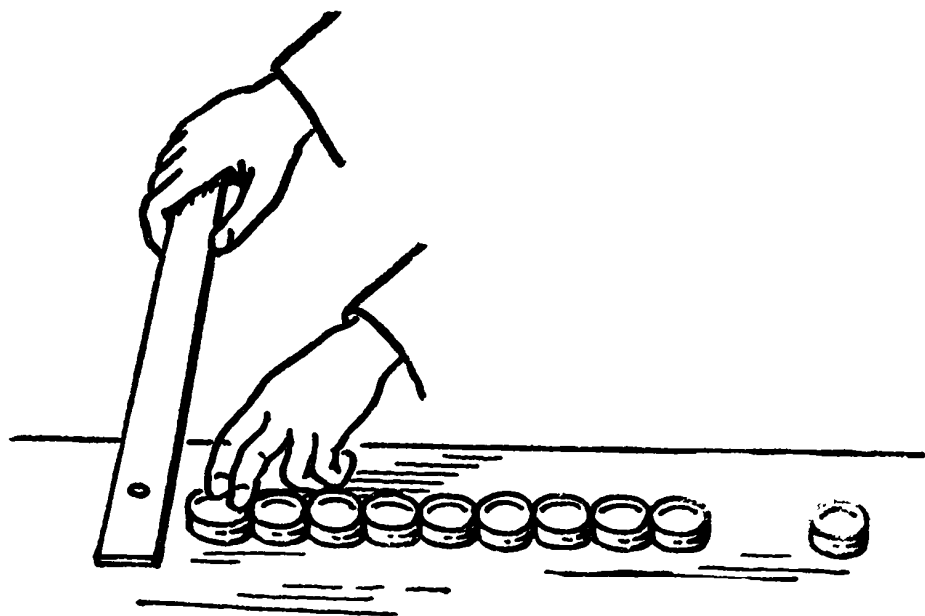


Чтобы убедиться, что воздух не является идеальным проводником звука, сделайте такой старинный опыт.

Возьмите металлическую столовую ложку и подвесьте ее на двух бечевках длиной по тридцать сантиметров. Ударяйте висющую на бечевках ложку о край стола, и вы услышите слабенький звон. Если же вы прижмете пальцами концы двух бечевок к ушам, немного наклонитесь вперед, чтобы дать ложке возможность свободно качаться, и теперь будете ударять ее о стол, вы услышите громкий, красивый звон. Колебания передались в ваши уши через волокна бечевки, на которых висит ложка. Этот громкий звук не

сравнить со слабеньким звоном.

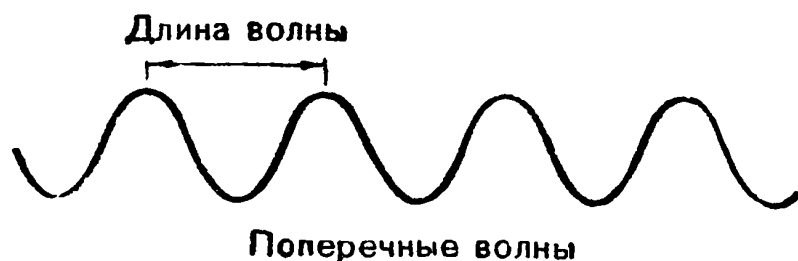
Как передаются упругие колебания в твердых телах, можно проследить и на таком опыте. Возьмите шашки (если их нет, одинаковые монеты), положите в один ряд, плотно прижав их друг к другу. Прижмите пальцем к столу крайнюю шашку и резко, но не сильно стукните по ней линейкой скользящим ударом. В прижатой к столу шашке упругое колебание пройдет по ее диаметру, передастся соседней шашке, от нее другой и так далее, пока не дойдет до последней. Последняя шашка отскочит — ей некому передать полученный толчок.



Размышления над расческой

Длина волны у поперечных волн измеряется от гребня до гребня или от впадины до соседней впадины. Длина волны у продольных колебаний измеряется от самой сжатой части до соседней такой же сжатой части или от самой «раздвинутой» части до такого же соседнего участка.

Возьмите карманную расческу. У одной половины расчески зубья расположены более часто, чем у другой.

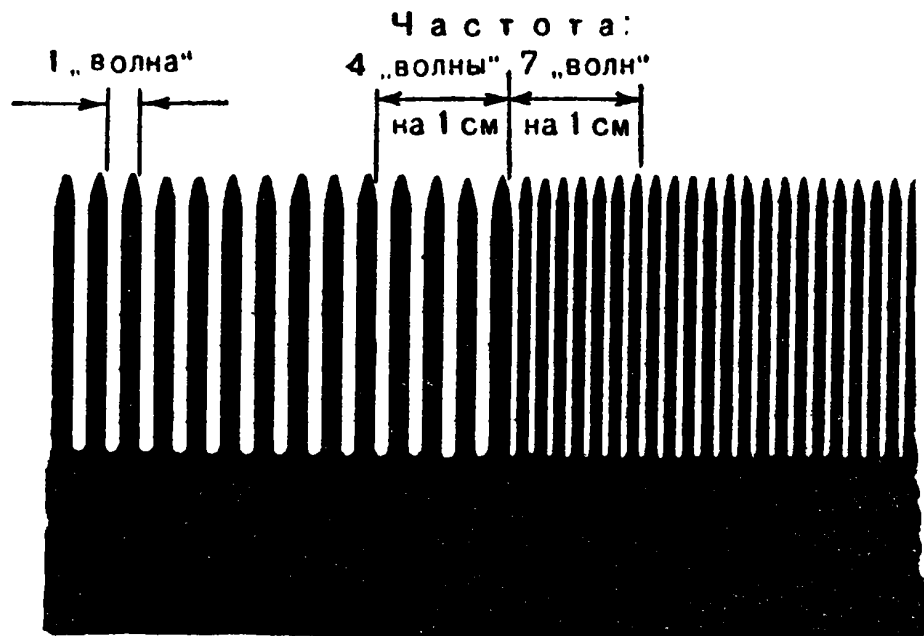


Условимся, что зубья расчески изображают схематический рисунок продольных волн. Толщина зуба и промежуток до следующего зуба — это длина одной

«волны». Подсчитайте, сколько таких «волн» приходится на один сантиметр. В одной половине расчески на один сантиметр приходится 4 зуба и 4 промежутка, то есть 4 «волны». На другой половине на один сантиметр приходится 7 зубьев и 7 промежутков, то есть 7 «волн». На вопрос, где частота зубьев больше, вы, не задумываясь, ответите, что там, где на один сантиметр приходится 7 зубьев. Вы, вероятно, обратили внимание и на следующее: чем меньше частота зубьев, чем меньше зубьев приходится на один сантиметр, тем и зубья толще и промежутки между ними шире. На другой половине расчески, где частота зубьев бóльшая, там и зубья тоньше и промежутки уже. Это значит, что длины «волн» на первой половине расчески больше, чем на второй, и зависят они от частоты зубьев.

В звуковых колебаниях и в колебаниях электромагнитных о частоте судят по количеству колебаний в одну





секунду. Если скорость распространения колебаний постоянная, то чем больше совершается полных колебаний в одну секунду, тем короче волны. И наоборот, чем меньше колебаний в одну секунду, тем волны длиннее.

Прислушайтесь к свистку локомотива

Когда говорят о звуке, принято говорить не о длине звуковых волн, а о частоте. Чем больше частота, число колебаний в секунду, тем выше звук. При колебаниях с низкими частотами звук ниже.

Случалось ли вам наблюдать, когда вы едете в поезде, как меняется звук свистка локомотива встречного поезда?

Если вы стоите далеко в стороне от железной дороги и слышите свисток локомотива проходящего поезда, то никакого изменения звука вы не обнаружите. Но если вы едете в поезде и слышите свисток встречного локомотива, то обратите внимание, как меняется его тон. Свисток слышится недолго, может быть 2—3 секунды, но и за это короткое время можно уловить, что сначала его звук высокий, а когда встречный локомотив, промелькнув мимо вашего вагона, удаляется от вас, звук становится низким. Получается завывание, похожее на звук «ИУАААА», причем А звучит ниже, чем И.

Звук свистка сам по себе не меняется, но слышите вы его по-разному, когда приближаетесь к нему и когда удаляетесь от него.

Попытаемся понять, почему это так происходит.

Вы едете в поезде со скоростью 60 километров в час.

Навстречу по соседнему пути мчится поезд с такою же скоростью, проезжая мимо вас, его локомотив свистит. Для простоты предположим, что свистящий локомотив стоит на месте, а ваш поезд приближается к нему со скоростью 120 километров в час. Для наших рассуждений это одно и то же. Звуковые волны от свистка локомотива движутся во все стороны. Они идут и к вам, конечно, с одинаковой скоростью, а вы мчитесь им навстречу. Если бы вы стояли на месте, к вам дошло бы за секунду, предположим, 1000 волн, но поскольку вы сами быстро движетесь им навстречу, то за одну секунду вы «ловите» уже не 1000, а гораздо большее количество волн, ну, предположим, 1200. Чтобы им «поместиться» в одной секунде, волны стали короче, а частота колебаний, следовательно, увеличилась. Теперь за секунду совершается не 1000, а 1200 колебаний. А звук с увеличением частоты всегда становится выше, поэтому звук свистка для вас становится более высокого тона, чем на самом деле у источника звука.

Когда же вы, проехав мимо свистящего локомотива, будете быстро удаляться от него, то за одну секунду вы теперь получите меньшее количество звуковых волн. Значит, частота звука уменьшилась и тон звука понизился.

Помните, что все это происходит только в движении, когда вы с большой скоростью либо едете навстречу звуку, либо убегаете от него.

Изменение частоты колебания волн, когда наблюдатель и источник волн движутся либо навстречу друг другу, либо в разные стороны друг от друга, названо «эффектом Доплера», по имени австрийского физика и астронома Христиана Доплера. Он первый открыл и объяснил это явление в 1842 году.

Эффект Доплера на рисунках

Эти опыты являются только «живыми» картинками, иллюстрирующими эффект Доплера. Модели и опыты, сделанные на этих моделях, условны, как и схема и рисунки, изображающие волновые процессы. Только вы увидите не неподвижное изображение в виде рисунков или чертежей, а меняющиеся на ваших глазах изображения.

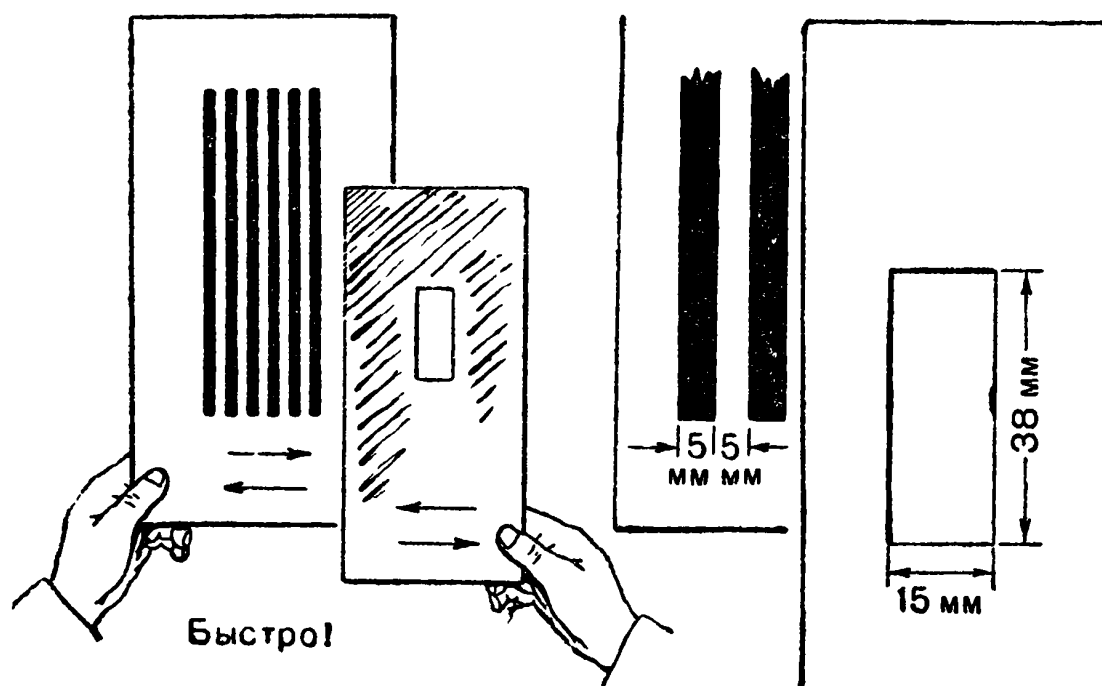
Моделей будет две. Одна очень простая, на ней «волны» будут только сжиматься, а следовательно, их частота увеличиваться. Вторая, более сложная модель даст нам возможность наблюдать, как происходит и сжатие «волн» и их удлинение.

Для первой модели возьмите кусок плотной рисовальной бумаги размером 20×25 сантиметров и начертите на ней черной тушью полосы длиной примерно 15 сантиметров и шириной 0,5 сантиметра. Промежуток между полосками сделайте такой же ширины — 0,5 сантиметра. Расстояние, которое занимает черная и белая полосы, будет у нас означать длину волны, одно полное колебание.

На другом куске бумаги (можно немного меньшего размера) сделайте посередине вертикальное окошко размером $1,5 \times 3,8$ сантиметра.

Возьмите в левую руку листочек с «волнами», а в правую листок с окошечком. Смотрите сквозь окошечко на расположенные вертикально «волны» и начните быстро двигать листочки навстречу друг другу. Движения обеих рук должны быть очень быстрыми. Тогда в окошечко вы увидите, как наши «волны» стали уже. Опыт нужно проделывать так, чтобы над листочком с окошечком были видны ничем не загораживаемые черные полосы. Они будут служить вам эталоном для сравнения, и вы ясно увидите разницу в размере «волн» над листочком и в окошечке.

Этот же опыт можно проделать еще проще. Помните, когда у нас был разговор о частоте, мы пользовались



расческой? Возьмите расческу и листок бумаги с окошечком и, держа расческу горизонтально в левой руке, а окошко в правой, сделайте те же колебательные движения, но не очень быстро. Лучше этот опыт делать на светлом фоне. Рассматривать нужно ту половину расчески, где зубья крупнее и промежутки больше. При встречных колебаниях расчески и окошка вы увидите в окошко, что зубья и промежутки сузились и стали примерно такими же, как в той половине расчески, где зубья мельче.

А теперь сделайте такой опыт. Нарисуйте на листе бумаги на расстоянии 8 миллиметров друг от друга на одном уровне несколько черных кружков диаметром по два сантиметра.

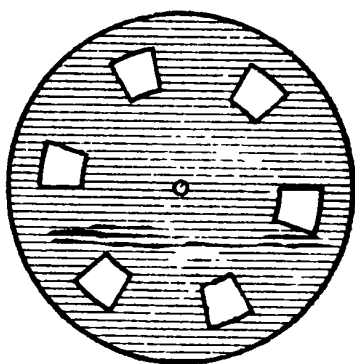
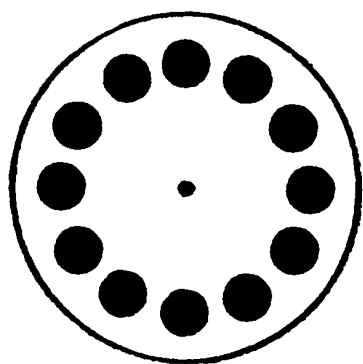
Возьмите листок с кружочками в левую руку, а листок с окошком в правую и начните быстро двигать листочки навстречу друг другу, как вы это делали и раньше. В мелькающее окошко вы увидите, что черные кружки сузились, превратились в эллипсы, а расстояние между кружками, теперь ставшими эллипсами, тоже сузилось.

Более полный вариант этого опыта можно сделать с помощью электрического проигрывателя или пружинного патефона. Скорость вращения диска должна быть максимальная, то есть 78 оборотов в минуту.

Вырежьте из картона кружок по размеру диска проигрывателя. Если картон не белый, наклейте на него белую бумагу. Разделите кружок на 12 частей и, отступя от края на 1,5 сантиметра, начертите циркулем 12 кружков диаметром 2,2—2,5 сантиметра. Кружки закрасьте черной краской. В центре картонного круга сделайте отверстие и наденьте на диск проигрывателя.

Во втором таком же картонном диске на расстоянии 1,5 сантиметра от края прорежьте, на одинаковом расстоянии друг от друга, 6 отверстий, имеющих форму

трапеций: широкое основание — 2,2 сантиметра, узкое — 1,5 сантиметра, высота — 2,2 сантиметра. В центре диска сделайте небольшое отверстие. Наденьте на



длинный гвоздь маленький картонный кружок, а затем диск с прорезями. Когда вы держите гвоздь вертикально, шляпкой вниз, картонный диск должен легко вращаться, если его крунуть рукой.

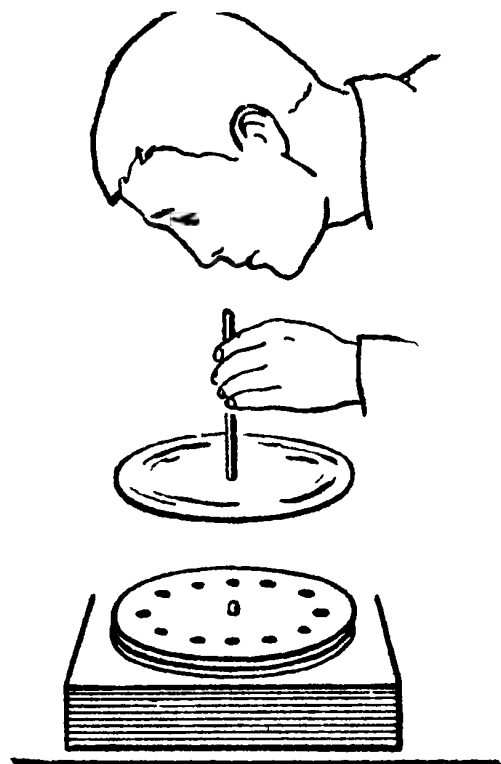
Приступим к опыту. Запустите диск проигрывателя с надетым на него вместо пластинки картонным кругом с нарисованными черными кружочками. Поместите над вращающимся кругом диск с прорезями и, приведя его рукой во вращение в противоположную сторону, наблюдайте через мель-

кающие прорези, что происходит на диске проигрывателя. Нарисованные черные кружочки по экватору стали уже. Они сжались и превратились в черные эллипсы. Меняя скорость вращения картонного диска на гвозде, можно добиться очень четкого, устойчивого изображения. Здесь имитировалось движение наблюдателя навстречу звуку. «Волны» стали короче, частота увеличилась.

А теперь посмотрим, что случится с «волнами» (в нашем опыте их роль выполняют черные кружочки), если наблюдатель отстает от волн. Произойдет удлинение «волн», то есть черные кружочки раздуются по экватору, превратятся в эллипсы, лежащие «на боку». В этом легко убедиться, если картонный круг на гвозде вы будете вращать в ту же сторону, что и диск проигрывателя. При определенной скорости вращения круга, который вы держите на гвозде, а она должна быть чуть меньше скорости диска проигрывателя, вы ясно увидите, как наши «волны» удлинились по экватору.

Для того чтобы лучше следить за трансформацией черных кружков, вращающийся диск проигрывателя нужно очень хорошо осветить.

Картонный диск на гвозде не обязательно должен быть расположен параллельно диску проигрывателя, можно его держать с некоторым наклоном.



Тайна «красного смещения»

Разгадывая загадку «красного смещения», ученые поняли, что это — проявление эффекта Доплера у световых волн.

Если звезда, источник световых волн, удаляется или приближается к нам (а вы сами понимаете, что это происходит на космических скоростях), то должна изменяться и длина световых волн, которые она излучает.

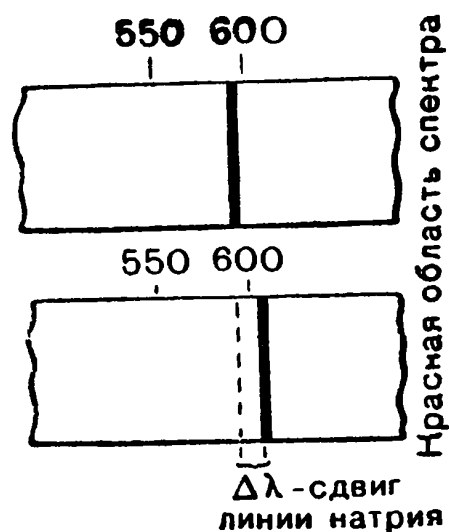
Сейчас астрономы широко пользуются эффектом Доплера не только для того, чтобы узнать, от нас или к нам летят наблюдаемые звезды и даже далекие чужие галактики, но и с какой скоростью происходит это движение.

Как же осуществляются эти наблюдения?

Спектр Солнца или звезд имеет на своей радужной полосе темные линии. Эти линии находятся на строго определенных местах спектра. Когда свет от раскаленного тела (Солнца или звезды) проходит через более холодный газ какого-нибудь химического элемента, окружающего это раскаленное тело, то этот сравнительно холодный газ «вынимает» из сплошного спектра тот кусочек спектра, тот цвет, который он сам мог бы излучать, если его раскалить до нужного свечения. Выше приводился пример с парами металла натрия: когда они сами светятся, мы видим в спектроскоп яркую желтую линию. Но когда через несветящиеся пары натрия пропускается сплошной спектр, то на нем появляется в желтой его части черная полоска. Эта полоска находится на определенном месте шкалы, и поэтому точно известно, волны какой длины этот участок спектра испускает. Но если натриевая полоска сдвинута, например, к красной части спектра, то есть оказалось, что у паров

натрия длина волны не та, какая должна быть, а увеличилась,—это значит, что изучаемая звезда летит от нас. По величине сдвига линии натрия с ее законного места можно вычислить скорость, с какой эта звезда летит.

Это очень упрощенный пример. На спектрах звезд много черных линий, говорящих о самых разных химических элемен-



тах, которые содержатся в атмосфере этих звезд. Как говорилось, черные линии в спектре возникли, когда световые лучи, выходящие из раскаленных недр звезд, проходили через более холодную атмосферу звезды.

По сдвигу черных линий, по величине этого сдвига от того места спектра, на котором им полагалось бы находиться, ученые и делают свои выводы.

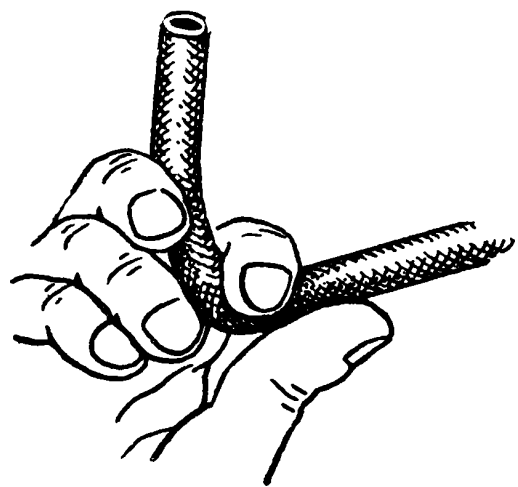
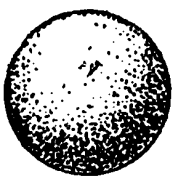
Расстояние до наших космических соседей очень велико. Расстояния во Вселенной измеряются миллиардами световых лет. Недавно была открыта новая галактика, расположенная от нас на расстоянии 8 миллиардов световых лет! Чтобы представить себе величину светового года, нужно вспомнить, что свет за секунду проходит 300 000 километров. Сколько же он пройдет за минуту, час, сутки, месяц, год?

Все, что мы с вами видим сейчас на небе в отдаленных местах Вселенной, все, что видят ученые в свои мощные телескопы, все это не то, что там существует в данный момент. До нас доходят лучи, вылетевшие из своих источников очень давно. И возможно, что некоторых звезд уже и нет, а мы их еще видим...

ОПЫТЫ В ВОЗДУХЕ

Воздушный змей — родственник самолета

Планерный спорт очень увлекателен. Хотя планер и тяжелее воздуха, он способен долго парить высоко над землей, поддерживаемый мощными потоками воздуха. Сейчас начинает распространяться новый интересный вид спорта — полет на дельтаплане. Он похож на воздушный змей и планер. Правда, планер значительно упрощенный — от планера остались только крылья, превращенные в большую несущую плоскость, а фюзеляж заменен летящим человеком. Да и спортивные воздушные змеи поднимают человека при благоприятном встречном ветре, при разгоне на лыжах на горном склоне или при разгоне с помощью катера на водных лыжах. Если для движения парусных лодок и кораблей желателен попутный ветер, то для полета планера или змея совершенно необходим встречный ветер.



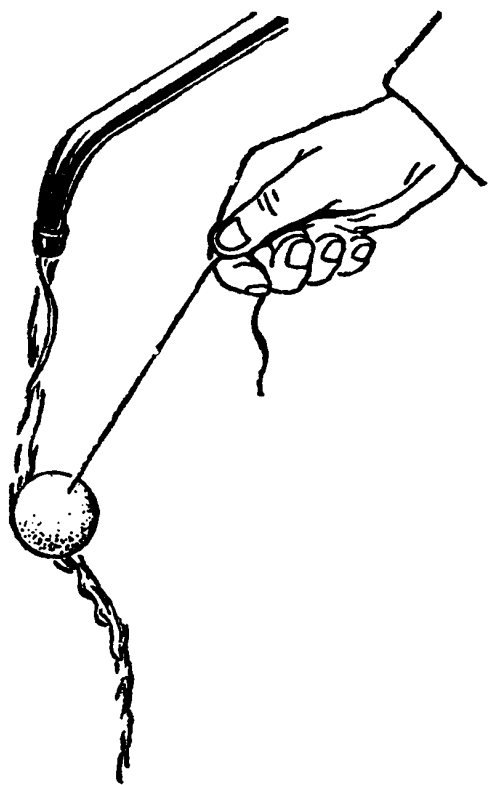
Во всяком движущемся потоке (воздушном или водяном) давление по сравнению с давлением в окружающей среде уменьшается. Прделаем несколько опытов и посмотрим, что при этом происходит.

Нам понадобятся толстая резиновая трубка диаметром 0,5—1 сантиметр и целлулоидный шарик от настольного тенниса. Возьмите в рот конец трубки (предварительно вымойте ее), загните вверх другой ее конец и, дуя в нее, поместите над открытым концом трубки шарик. Шарик будет подпрыгивать на струе, но в сторону не упадет. Он как бы находится в воздушной воронке. В этой воздушной воронке воздух, как и во всяком потоке, имеет пониженное давление, а атмосферное давление окружающего воздуха поддерживает шарик, не дает ему соскочить со струи.

Для этого опыта не требуется никакой тренировки, его может проделать каждый с первого раза. Надо только непрерывно дуть.

Чтобы посмотреть, что происходит, когда мы имеем дело с водяным потоком, проделайте следующее. Приклейте пластином к тому же шарiku нитку, откройте кран водопровода или умывальника и поднесите к водяной струе шарик, держа натянутую нитку в руке. Вода как бы присосет к себе шарик, и он, прилипнув к струе, будет около нее находиться, даже если вы конец нитки отведете в сторону. Шарик будет висеть на наклонной нити, натягивая ее. В струе давление понижено, и окружающий воздух прижимает шарик к струе.

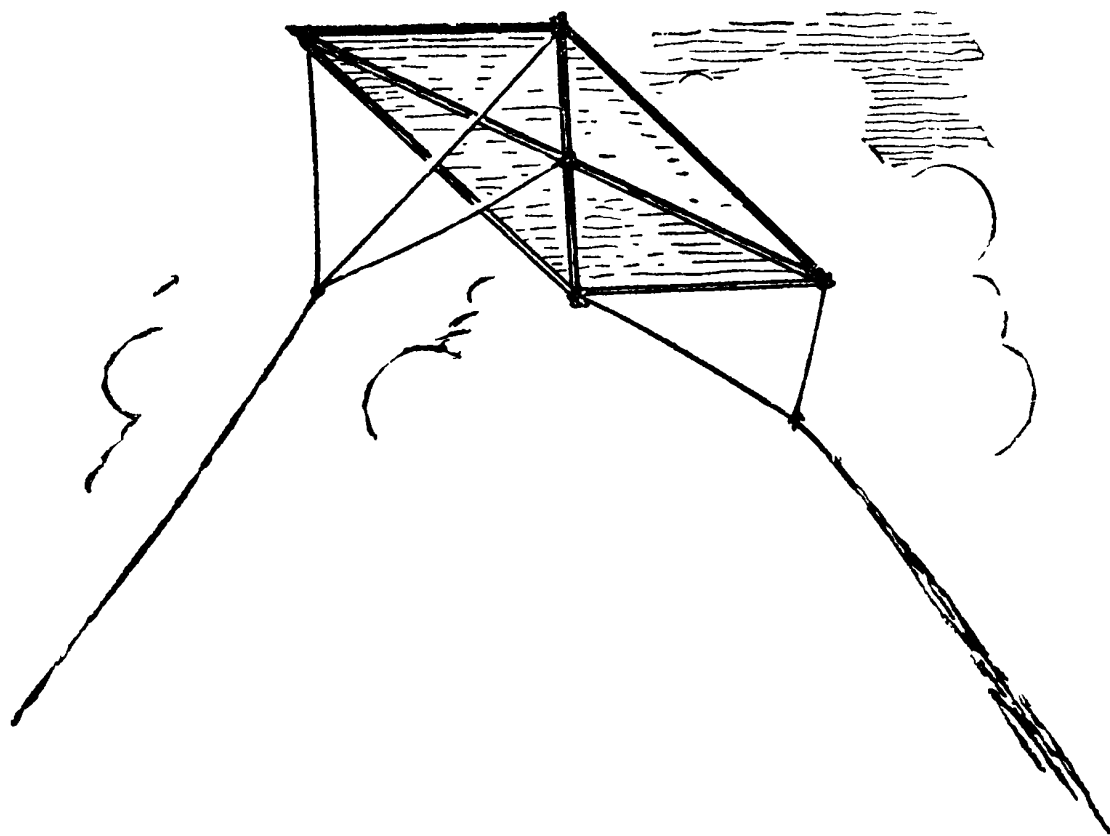
Нам нужно проделать несколько опытов, связанных с большой



высотой. Для этого мы построим воздушный змей и даже не один, а разных конструкций. Они дадут нам возможность осуществить миниатюрный спуск на парашюте и мягкую посадку без парашюта. Ведь на тех планетах, где нет атмосферы или она сильно разрежена, парашют бесполезен, а чтобы спускаемый аппарат или сам корабль не разбился, ему нужно обеспечить мягкую посадку.

Прежде чем приступить к изготовлению воздушных змеев, рассмотрим, как змей взлетает, почему он держится в воздухе.

Когда плоская поверхность змея обтекается быстрым воздушным потоком, попросту говоря — ветром, и немного наклонена в нем, воздух нажимает на плоскость змея, создается так называемая подъемная сила, которая и поднимает змей в воздух. Если ветер отсутствует, змей не полетит. При слабом ветре для запуска змея нужно обеспечить подъемную силу, создав воздушный поток искусственно. Для этого следует разбежаться со змеем, и если выше над землей ветер дует сильнее, то он подхватит змей, и тогда можно будет, стоя на земле, управлять его полетом. У самолетов есть двигатели, и для них встречный поток создается искусственно во время быстрого движения самолета, сначала по земле, а потом и в воздухе.



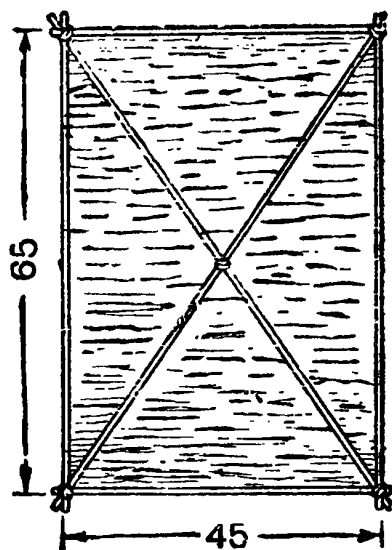
Воздушные змеи разных конструкций

Изготовим самый простой воздушный змей. Материал для его изготовления — бумага и тоненькие сухие планки, вырезанные из сосновой доски. Чем тоньше вы вырежете планки, тем легче будет змей, но при этом, конечно, не должна нарушаться его прочность.

Склейте рамку со сторонами 65×45 сантиметров. По диагоналям рамки приклейте еще две планочки, а в месте пересечения крепко их свяжите суровой ниткой. Да и все склеенные соединения рамки хорошо для надежности связать нитками. Затем нужно взять кусок тонкой, но прочной бумаги и приклеить его к рамке и ее перекрещивающимся диагоналям. Бумага должна быть немного больше каркаса.

Выступающие края нужно загнуть вокруг планок и заклеить. Чтобы не утяжелять змей, вполне достаточно, если заклеиваемые полосы будут шириной 1—1,5 сантиметра.

Возьмите тонкую прочную бечевку, привяжите ее к двум углам узкой стороны змея. Петля, если ее натянуть, должна образовать равнобедренный треугольник с боковыми сторонами по 39 сантиметров. К середине крестовины привяжите еще одну тонкую бечевку длиной немного больше 33 сантиметров. Вторым концом привяжите к середине петли. К месту соединения привяжите тонкую бечевку, намотанную на катушку или на деревянную дощечку с вырезами на концах. К противоположной стороне змея привяжите за углы каркаса длинный хвост — в 2—3 метра. Хвост может быть сделан из полосок материи, связанных вместе. Хвост нужен для придания змею устойчивости в полете. После пробного за-



пуска вы сами увидите, надо ли хвост удлинить, или укоротить, или просто утяжелить его конец. Возможно, поправлять хвост придется при каждом запуске змея, это будет зависеть и от ветра.

Когда все готово, нужно дождаться подходящего ветра. Слабый ветер может быть недостаточен для подъема змея, а очень сильный моментально его ломает.

Запускать змей лучше всего вдвоем. Один держит змей и бежит с ним против ветра, другой держит катушку с бечевкой, или, как ее называют, леером. Разбежавшись, попробуйте отпустить змей. Если ветер его подхватил, то теперь нужно постепенно отпускать, «травить» леер. Отпуская леер, можно добиться, что змей постепенно начнет набирать высоту. И, поднявшись на большую высоту — 100—200 метров, будет висеть в воздухе.

Для успешного запуска змея нужно, чтобы его «уздечка», бечевки, к которым привязан леер, так располагала плоскость змея, чтобы она имела наклон примерно в 30—40 градусов по отношению к горизонту. Этому наклону способствует и хвост.

И еще одно важное требование: никогда не запускайте змей вблизи проводов, деревьев, домов... Змей можно запускать только за городом, на открытом месте.

Добившись успеха с простым змеем, научившись хорошо его запускать, сделайте более устойчивый в полете коробчатый змей. Этому змею хвост не нужен, устойчивость в полете ему обеспечивает его форма.

Для его изготовления понадобятся тонкие сосновые рейки (их можно вырезать из толстой доски) и немного ситца. Для запуска в качестве леера используем капроновую рыболовную леску. Она легка и прочна.

Приступим к изготовлению.

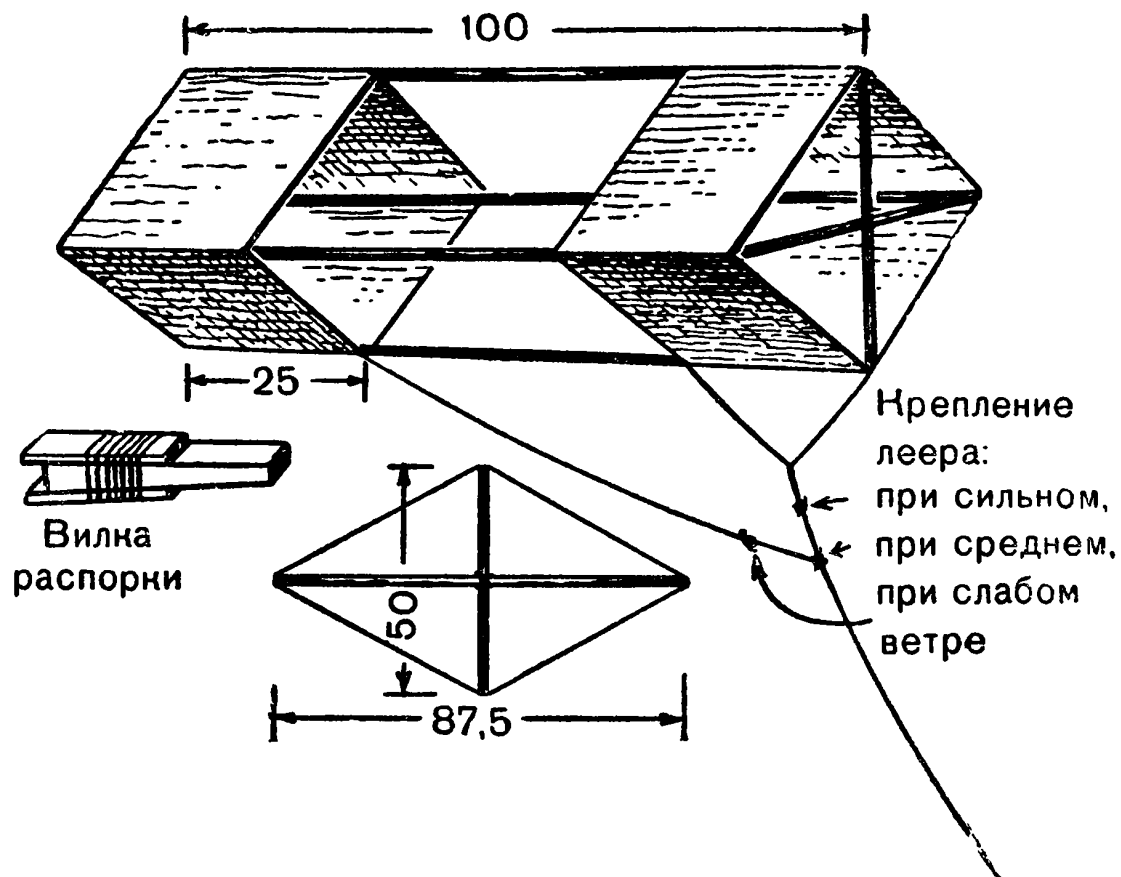
Из сухой сосновой доски надо выпилить четыре рейки квадратного сечения (8×8 миллиметров) длиной до 100 сантиметров.

Это будут продольные рейки каркаса змея — лонжероны.

Нужно выпилить еще четыре рейки: две рейки по 50 сантиметров и две рейки по 87,5 сантиметра сечением 8×4 миллиметра. Это будут поперечные распорки каркаса. На их концах сделайте «вилки», чтобы они не соскальзывали с лонжеронов, когда змей будет собран.

Змей сделаем разборный. Тогда его будет удобно перевозить. Возможно, вы живете в городе, а запускать змей поедете за город. Собрать змей можно быстро.

Вилки на концах распорок делаются из коротких кусочков реек с меньшим сечением — 8×2 миллиметра, крепко привязанных к рейкам распорок. Перед тем как их привязывать, смажьте соответствующие стороны сто-



лярным клеем. Привязывать лучше всего суровой ниткой.

Соберите каркас. Распорки нужно поставить по концам продольных реек и места их пересечений перевязать суровой ниткой. Для того чтобы каркас не рассыпался, обвяжите его посередине в двух местах шпагатом. Теперь перейдем к изготовлению несущих плоскостей. Нужно замерить периметр ромба каркаса и изготовить из ситца две ленты шириной по 25 сантиметров. Края должны быть загнуты и прошиты на швейной машинке. Укрепите четырьмя мелкими гвоздиками или временно кнопками один конец ленты на конце одного из лонжеронов (лучше на той рейке, которая образует один из острых углов ромба). Промажьте клеем те места рейки, на которые ляжет материя, и натяните на них ткань. Обойдя ромб, хорошо натянув материю, закрепите с помощью клея и трех-четырех мелких гвоздиков конец полосы. Чтобы обеспечить хорошее натяжение материи, ее следует предварительно намочить и натягивать в мокром виде. Когда она высохнет, будет плотно облегать каркас змея. То же самое сделайте и со второй полоской. Если будет нужно, поправьте распорки, придайте змею правильную форму, чтобы он не был перекошен.

Можно прикреплять материю и другими способами, например пришив к полоске материи в тех местах, где она огибает лонжероны, специальные «карманы», в которые будут вставляться лонжероны.

От тщательности изготовления змея будут зависеть и его летные качества. «Уздечку» из тонкой крепкой бечевки надо прикрепить к лонжерону тупого угла ромба. Один конец бечевки прикрепите к самому концу лонжерона. Второй конец этой бечевки (длина ее один метр) привяжите к рейке в том месте, где проходит внутренний край задней матерчатой полосы, то есть на расстоянии 25 сантиметров от конца змея. Привяжите еще одну бечевку к рейке у внутреннего края передней полосы материи, то есть на расстоянии 25 сантиметров от начала змея. Второй конец второй бечевки привяжите к первой бечевке на расстоянии 25 сантиметров от ее переднего конца.

Леер нужно привязывать к «уздекке» в зависимости от силы ветра. Чем сильнее ветер, тем ближе к месту соединения двух бечевок его надо привязывать. В этом вы убедитесь на практике. Подробности конструкции коробчатого змея вы найдете на рисунке.

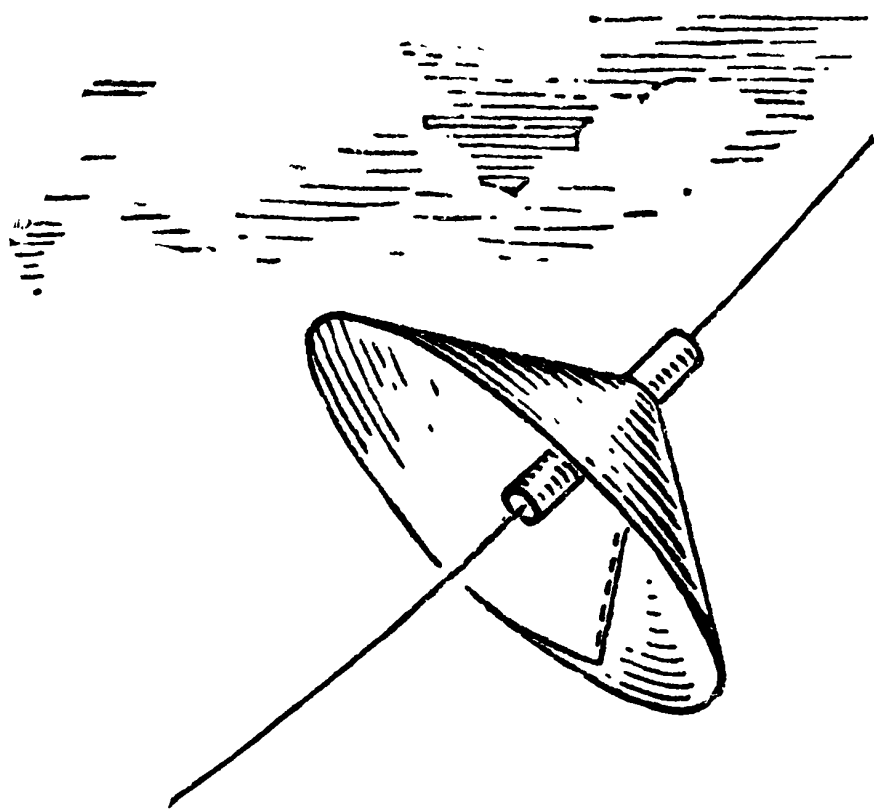
Запускать змей нужно вдвоем при достаточно сильном ветре. Один держит змей, второй держит моток с леером. Пробежав против ветра, держа змей над головой, попробуйте его отпустить, но если он не поднимается, нужно успеть поймать его, чтобы он не сломался, упав на землю. Если ветер достаточной силы и подхватил змей, постепенно отпускайте («травите») леер, и змей постепенно будет набирать высоту.

У коробчатого змея больше несущих плоскостей, чем у простого, его можно сравнить с бипланом, самолетом, у которого две пары крыльев.

Когда вы научитесь оценивать силу ветра и приобретете навыки в запуске змеев, сделайте несколько занимательных опытов, для которых нужна большая высота. На большой высоте змей ведет себя более устойчиво. Ветер на большой высоте дует спокойнее. У поверхности земли происходят завихрения воздушного потока, поэтому при запуске нужно поскорее поднять змей повыше.

Воздушная почта

Это самый простой опыт со змеем. Его можно проделать со змеем любой конструкции. Из плотной бумаги нужно вырезать бумажный круг диаметром 20—30 сантиметров, проделать в его центре отверстие и разрезать круг по радиусу. Затем из той же плотной бумаги надо



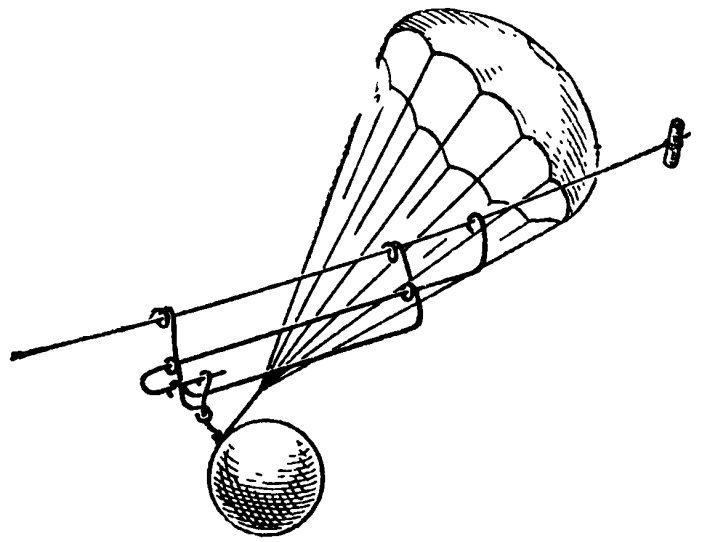
свернуть цилиндрик длиной 5—8 сантиметров, диаметром меньше одного сантиметра. Когда змей будет запущен, попросите товарища подержать леер, а теперь можно, развернув цилиндрик, надеть его на леер и снова свернуть трубкой. На цилиндрик наденьте бумажный кружок, заведите один край разреза за другой и склейте края булавкой. Получился бумажный конус, плотно сидящий на бумажной трубке. Продвиньте его вверх по лееру. Ветер его подхватит и доставит к самому змею. Но обратно он к вам не вернется, пока не спустится змей.

Спуск на парашюте

Вы хорошо знаете, что когда космонавты возвращаются из космоса на Землю, они заключительную стадию приземления осуществляют в спускаемом аппарате на парашюте.

Изготовьте из тонкой медной проволоки диаметром

не больше 0,5 миллиметра рамочку, которую можно легко подвесить на леере, загнув свободные концы в петельки. Петельки должны охватывать леер свободно. Вдоль рамочки в дополнительные петельки проденьте кусочек медной проволоки (назовем его «подвижным стержнем»). Один его конец,



который ближе к змею, нужно загнуть свободной петелькой вокруг леера на несколько сантиметров впереди рамочки. Другой конец подвижного стержня, после того как он будет продет в петельки подвижной рамки, загните на 180 градусов. К этому концу нужно подвесить наш «спускаемый аппарат» — резиновый мячик с привязанным к нему небольшим парашютиком, сшитым из материи. Чтобы парашютик не складывался, сделайте для него из тонкой проволоки ободок. В верхней части купола парашютика должно быть небольшое отверстие.

У самого змея, на метр не доходя до него, на леере сделайте упор (кусочек палочки, захлестнутый двумя петлями леера).

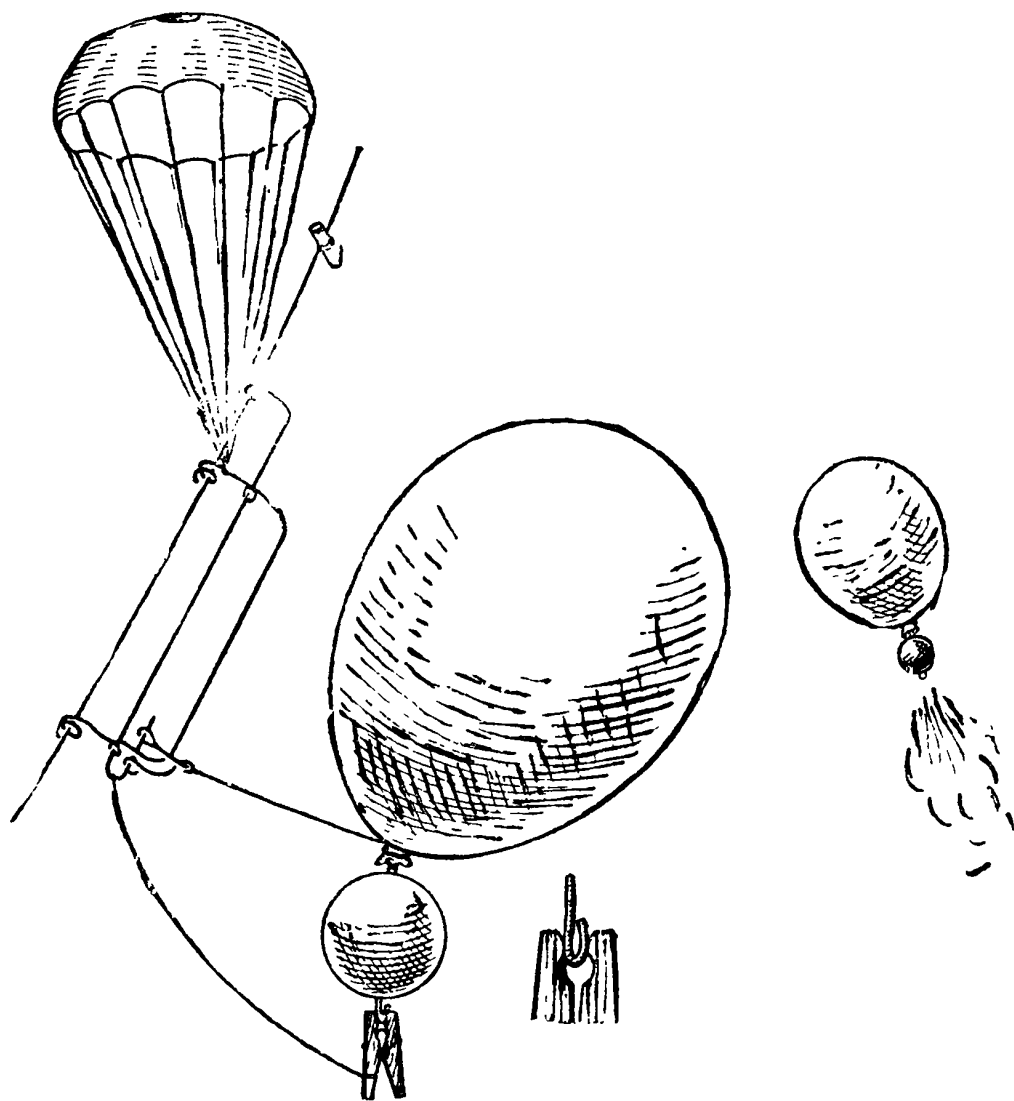
Когда змей будет запущен и вы подвесите к лееру рамку с парашютиком и «спускаемым аппаратом», проверьте, чтобы все детали устройства передвигались свободно и чтобы парашютик не соскользнул с крючка подвижного стержня (см. рисунок), когда ветер понесет его вверх по лееру. Когда все проверено, можно запустить наш автомат. Ветер подхватит парашютик, и вся система заскользит вверх по лееру. Передний конец подвижного стержня дойдет до упора около самого змея, стержень остановится, а рамка будет еще немного скользить — ведь ее тянет вперед парашютик. Нижний конец стержня сдвинется в рамке, петля, на которой висит «спускаемый аппарат», соскользнет с крючка подвижного стержня, парашютик освободится и, подхватив «спускаемый аппарат» (мячик), доставит его на землю. Автоматическое приспособление, которое выполнило свою задачу, лишившись парашютика, который тянул его вверх, соскользнет по лееру к вам в руки.

Этот опыт может сразу и не удался — все зависит от силы ветра. Следите за тем, чтобы все соединения были свободны, а автомат и парашют достаточно легкими. Возможно, подвижной стержень автомата нужно будет сделать из более толстой проволоки. Может быть, потребуется изменить размер рамки. К этому опыту следует подойти творчески, проявить свою инициативу и смекалку. Пусть первая неудача не огорчает вас. Дождитесь подходящего ветра и повторите опыт.

Опыт мягкой посадки

Чтобы «спускаемый аппарат» опустился на землю, не испытав сильного удара, мы воспользуемся реактивным двигателем, который сможет погасить скорость падения.

Наш опыт будет носить условный характер, потому что на Земле есть атмосфера. Будем считать, что мы находимся не на Земле, а на Марсе, Меркурии или на



Луне, и применим для гашения скорости реактивный двигатель.

К автоматическому приспособлению, которым мы пользовались для спуска с летящего змея на парашюте, к крючку подвижного стержня подвесьте на петле «спускаемый аппарат» с реактивным двигателем. А к рамочке привяжите парашютик, которым мы уже пользовались в прошлом опыте. Парашютик нам понадобится, чтобы доставить «спускаемый аппарат» вверх к месту, с которого аппарат полетит вниз.

«Спускаемым аппаратом» в этом опыте будет шарик из пластилина. Внутри него должна быть вставлена тонкая мягкая резиновая трубка. Роль реактивного двигателя у нас будет выполнять воздушный шарик. Прежде чем его надуть, вставьте в него конец мягкой резиновой трубки, проходящей через наш пластилиновый «спускаемый аппарат». Место соединения трубки и воздушного шара обмотайте ниткой, а другой конец трубки после надувания шара загните и хорошо зажмите прищепкой для сушки белья. К прищепке нужно приделать суровую нитку. Второй конец нитки привяжите к подвижному стержню автомата. Надутый шарик со спускаемым аппаратом подвешивается к концу подвижного стержня точно так, как в предыдущем опыте мы подвешивали «спускаемый аппарат» — мячик.

Когда все будет готово, змей запущен, автоматическое приспособление со «спускаемым аппаратом» надето на леер змея, ветер потянет парашютиком наше устройство вверх. Как только конец подвижного стержня дойдет до упора и остановится, «спускаемый аппарат» соскользнет с крючка стержня и полетит вниз, нитка выдернет прищепку. Воздушный шарик со «спускаемым аппаратом» начнет падать вниз. Воздух из шарика будет с силой выходить через трубку по направлению к земле. «Спускаемый аппарат» мягко опустится на землю. Конечно, это не «чистый опыт», на мягкость посадки повлиял окружающий воздух, но все-таки был применен реактивный двигатель.

Чтобы успешно провести этот опыт, нужно заранее отработать все его элементы.

Во-первых, проверить, достаточно ли силен ветер, чтобы поднять вверх по лееру наше устройство.

Во-вторых, добиться, чтобы бельевая прищепка обес-

печивала сохранение воздуха в воздушном шарике и в момент освобождения «спускаемого аппарата» легко соскакивала со своего места, открывая воздуху выход из шара.

Все эти элементы опыта отработайте на земле и воспользуйтесь такой силой ветра, чтобы опыт получился хорошо.

Стыковка воздушных змеев

Сейчас слово «стыковка» стало очень популярным. Оно сразу напоминает о соединении двух космических кораблей или соединении космического корабля с орбитальной станцией. Это очень трудный маневр. Здесь требуется большая точность во время запуска космических кораблей и большое умение и находчивость экипажей.

Стыковка — термин, обозначающий соединение. На железнодорожном транспорте происходит сцепка соединительных устройств вагонов. Это происходит довольно просто. Вагоны катятся по рельсам, и им ничего не остается, как соединиться.

Когда нужно соединить в космосе два корабля, где отклонения возможны и вверх и вниз и в стороны, надо проявить большое мастерство.

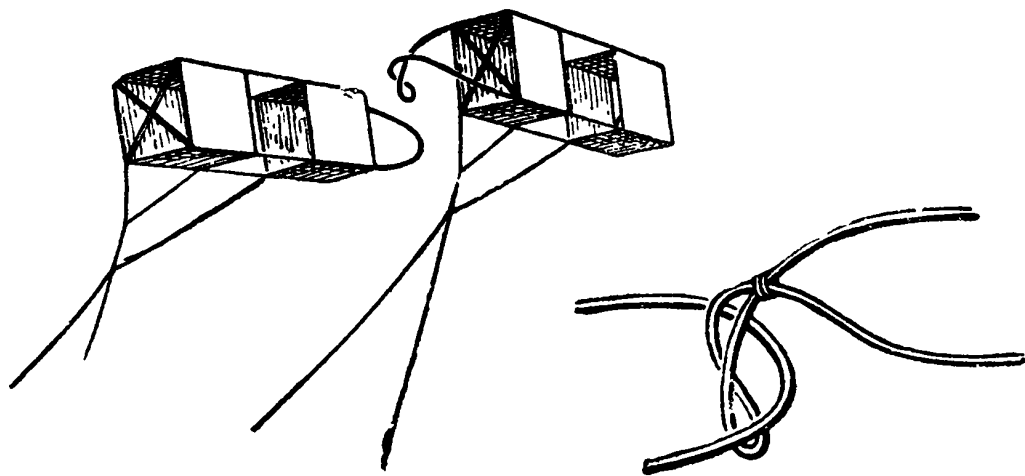
Мы с вами попробуем произвести стыковку, вернее, сцепление двух коробчатых змеев, парящих в воздухе. Этот маневр не всегда удастся, потому что зависит не только от качества змеев и искусства операторов, но и от ветра.

Во время выполнения этого маневра очень важно, чтобы ветер был не порывистый, чтобы он дул ровно. Тогда змеи могут довольно устойчиво «стоять» на месте. Конечно, успешное проведение этого опыта будет зависеть и от сноровки и находчивости его участников.

Подберите две бригады по три человека в каждой и одного «диспетчера», который будет руководить проведением опыта.

Что нужно для опыта?

Прежде всего у вас должно быть два совершенно одинаковых коробчатых змея. Каждый змей будет запускаться на двух леерах. Крепиться леера будут в одной точке, где они привязываются к уздечке. Место крепления следует строго подобрать по силе ветра.



Нужно сделать приспособления для сцепки змеев. На том змее, который будет находиться впереди, в его задней части крепко привяжите полукольцо, изготовленное из ивового прута, с которого предварительно снята кора. После снятия коры прут надо согнуть в дугу и хорошо высушить в согнутом виде.

На втором змее к лонжеронам передней части привяжите приготовленный таким же способом, как и полукольцо первого змея, крючок, согнув петлей ивовый прут. Ивовый прут для второго змея должен быть немного длиннее, чем заготовка для полукольца первого змея. Гнуть прут следует постепенно. Когда согнете петлю будущего крючка, свяжите суровой ниткой место пересечения концов прута, немного согните петлю и, согнув концы прута, привяжите их к продольным рейкам змея. Применяя суровые нитки и легкие вспомогательные планки, крючку можно придать нужную форму. Когда петлеобразный крючок и полукольцо хорошо высохнут, их можно будет отвязывать для удобства перевозки, а на месте запуска снова привязывать к змеям.

При запуске змеев, а запускать их нужно последовательно и на большом расстоянии друг от друга, у каждого змея должно быть три человека. Двое держат по одному лееру, а один держит над головой змей. Впереди должен находиться змей с полукольцом, а сзади змей с крючком. Когда змеи достигнут одинаковой высоты, нужно задний змей приблизить к переднему. Седьмой участник — «диспетчер» нашего эксперимента — должен издали следить за сближением змеев и четко подавать команду. Если с первого захода сцепление не произошло, надо передний змей немного увести вперед и затем повторить маневр.

Если почему-либо во время опыта один леер обмо-

тался вокруг другого, не пытайтесь распутывать их, когда змеи в воздухе. Опустите, распутайте и запустите снова.

Ни в коем случае нельзя запускать змеи во время грозы и перед грозой.

Очень может быть, что когда змеи будут сцеплены, их аэродинамические качества несколько нарушатся, и тогда змеи придется быстро опустить. К этому надо быть готовым.

ПЛАНЕТОХОДЫ НА ВАШЕМ СТЕНДЕ

Раньше посылают автоматы

Прежде чем посылать людей для исследования других планет, туда посылают автоматические устройства. Мы не можем рисковать жизнью человека. Хотя истории известны имена многих ученых и изобретателей, которые во имя науки и торжества научных идей шли на риск. Но это был оправданный, не безрассудный риск. На такой риск шел и летчик Константин Константинович Арцеулов, который на заре авиации, в 1916 году, разработал и сам осуществил приемы вывода самолета из губительного штопора. В те годы многие летчики погибали из-за неумения преодолеть штопор, когда аэроплан терял управление, вертясь, падал и врезался в землю. Арцеулов задумался над тем, как выйти из опасного положения, вернуть аэроплану управление и совершить благополучную посадку. Он разработал несколько приемов, по его мнению гарантировавших благополучный выход из штопора, и добился разрешения своего начальства самому проверить расчеты на практике.

Конечно, Арцеулов рисковал своей жизнью, но это был умный риск. Арцеулов был уверен в правильности своих расчетов и в необходимости преодолеть губительные последствия штопора. И вот, набрав на аэроплане высоту, введя искусственно аэроплан в штопор, Арцеулов, применив свои приемы, благополучно вывел самолет из опасного положения. Чтобы убедиться, что это не случайность, он вторично набрал высоту и повторил свой эксперимент. С тех пор приемы Арцеулова стали достоя-

нием всех летчиков, и опасность штопора была навсегда устранена.

Итак, пока нет уверенности, что полет к планетам Солнечной системы не грозит ни здоровью, ни жизни человека, нет гарантии для благополучного возвращения человека на Землю, на исследование планет будут посылать автоматы. Они успешно выполняют все порученные им исследования, а обратно могут и не возвращаться, если это не связано с доставкой на Землю каких-то образцов. Например, грунта с Луны, который доставляли наши автоматические станции.

Связь с автоматическими аппаратами, которым дают определенную программу, осуществляется по радио. Эта связь двухсторонняя. Она происходит иногда на расстоянии сотен миллионов километров. С Земли посылаются радиосигналы в виде определенных кодированных импульсов. Эти импульсы — команды тем механизмам и устройствам, которые находятся на космическом корабле. Обратно на Землю идут сообщения тоже на языке автоматов к специальным считывающим устройствам. Они расшифровывают эти сообщения.

Одним из важных средств исследования Луны и планет являются аппараты, которые могут, повинаясь командам с Земли, передвигаться по исследуемой поверхности, производить нужные наблюдения, а затем полученные сведения передавать на Землю.

Весь мир следил за длительной работой замечательных советских луноходов. Они прошли многие километры по лунной поверхности и рассказали языком кодированных сигналов и телевизионных передач обо всем, что они «узнали» и «увидели».

Советское автоматическое устройство доставило с Луны образцы лунных пород, и это дало возможность ученым изучить почву Луны.

Автоматы отлично справляются с работой, которая им поручена. Они еще долго будут вести разведку, чтобы обеспечить человеку безопасный полет на планеты Солнечной системы и благополучное возвращение на Землю.

А пока человек летает в околоземном космическом пространстве, делая то, что не под силу искусственным спутникам, изучая возможности длительного пребывания человека в космосе, проверяя те мероприятия, которые устраняют вредные влияния на организм состояния

невесомости и длительного пребывания в ограниченном помещении.

Мы с вами сделаем несколько автоматов. Они помогут понять, как работают настоящие автоматы. Среди них будут и планетоходы.

Предлагаемые модели, конечно, очень далеки от устройств настоящих планетоходов. Это даже не модели, а скорее движущиеся стенды, отдельные узлы и детали, на которых можно познакомиться с некоторыми принципами работы автоматов и управляемых на расстоянии аппаратов и приборов.

При конструировании настоящих планетоходов всегда будут учитываться конкретные условия предстоящей работы: рельеф планеты, наличие атмосферы, изменения температуры, предполагаемая влажность атмосферы, если она там есть, и многие другие физические и химические условия.

Упрощенная модель планетохода

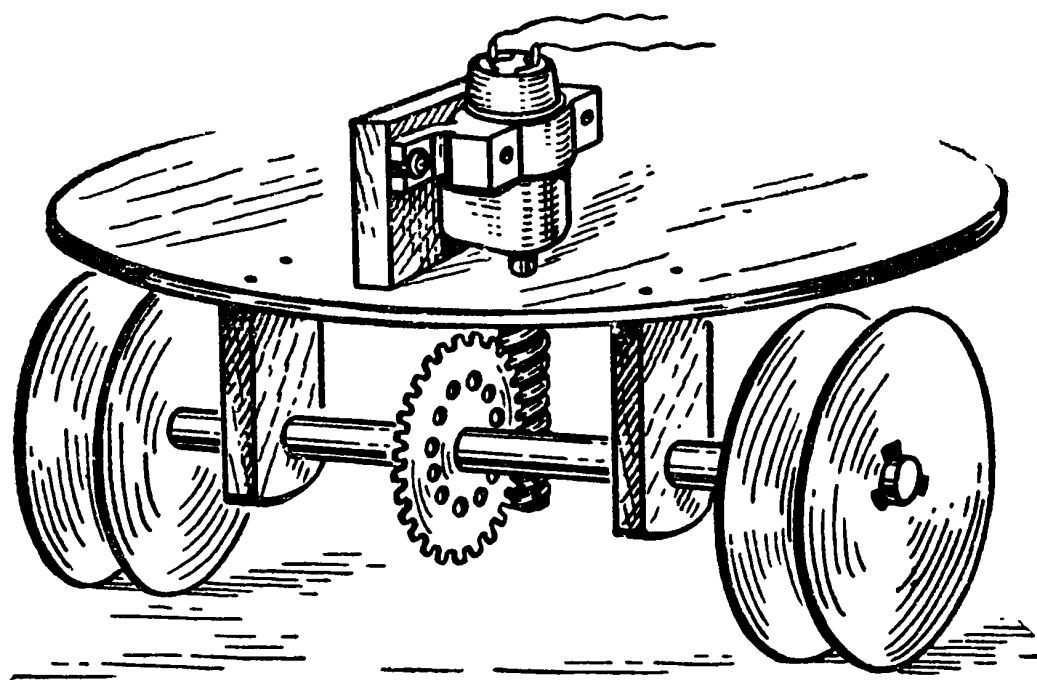
Предлагаемая модель автоматического устройства для исследования других планет будет описана очень кратко. Во-первых, это даст вам возможность проявить инициативу и кое-что придумать, кое-что усовершенствовать. Во-вторых, если вам посоветовать определенные материалы и размеры, а этих материалов под рукой не окажется, то все равно придется их заменять.

Для начала сделаем очень упрощенную модель планетохода — трехколесное самодвижущееся устройство, передвижение которого будет осуществляться командами на расстоянии. В качестве импульсов, которыми модель управляется, мы используем воду, набранную в пипетку.

Сначала изготовьте из фанеры круглую платформу диаметром примерно 12 сантиметров. Сверху на платформе будет смонтирован механизм, приводящий аппарат в движение, и его рулевое устройство. Снизу будет расположена ходовая часть. Колес будет три: два задних ведущих и одно переднее рулевое. У луноходов, которые с успехом путешествовали по Луне, было по восемь колес, и все они были ведущие.

Для колес используйте пластмассовые катушки от любительской киноплёнки 2×8 миллиметров. Их диаметр около 5 сантиметров. Конечно, такие колеса могут передвигаться только по гладкому полу, но сейчас наша задача проследить только принцип управления.

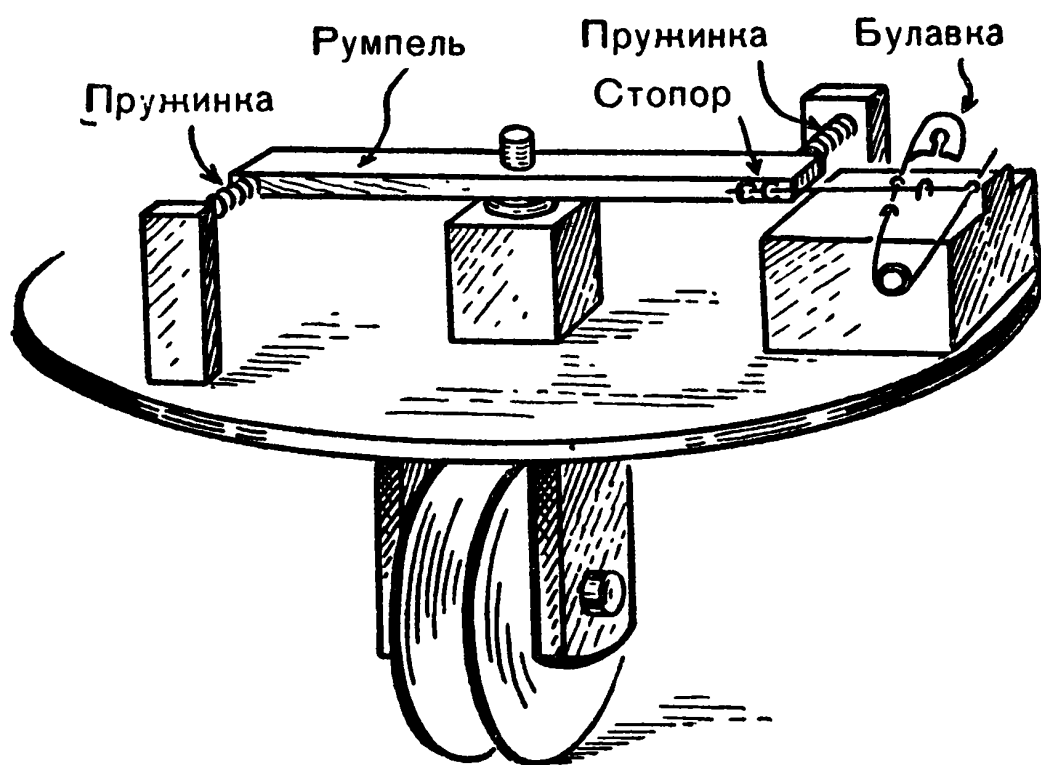
На ось из трубочки или круглой палочки (можно использовать и карандаш) насадите самую большую шестеренку от старого, негодного будильника, предварительно сняв ее со стальной оси. Снимать нужно осторожно с помощью плоскогубцев и отвертки, удалив прижимную пружинящую пластину. Если для оси вы используете круглый карандаш, то на середину его нужно плотно надеть металлическую (можно согнуть из жести) или пластмассовую короткую трубочку, а уж на нее шестеренку. Под платформой маленькими шурупами укрепите два подшипника — вырезанные из тонкой доски стоечки с отверстиями для оси с колесами. Когда смонтируете в подшипниках ось с шестеренкой и колесами, просверлите в платформе против шестеренки отверстие. В него будет проходить червячная шестерня, надетая на ось микроэлектродвигателя, поставленного на платформу сверху. Ось двигателя должна быть расположена перпендикулярно к платформе. Микроэлектродвигатели бывают разных типов. Все они работают от батареек для карманного фонаря. Нужно купить двигатель с редуктором, который уменьшает обороты. Червячную шестерню («червяк») можно подобрать от старой ненужной игрушки. Обеспечьте хорошее зацепление



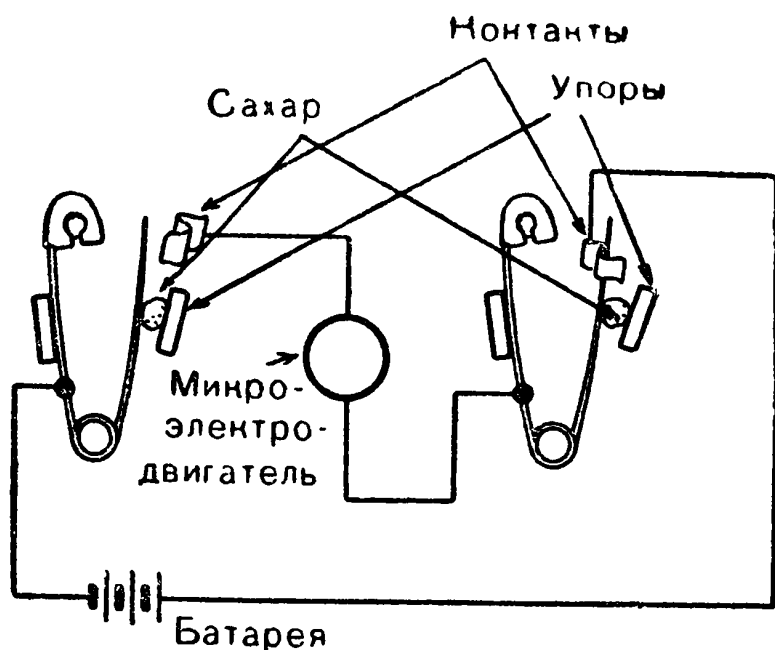
«червяка» с шестеренкой. Возможно, для подгонки понадобится напильник. Когда добьетесь хорошего зацепления «червяка» с шестерней и окончательно закрепите двигатель, можно перейти к изготовлению рулевого устройства. Чтобы не усложнять аппарат, поворот его будет осуществляться только в одну сторону с фиксацией повернутого руля, то есть аппарат после поворота направо или налево будет двигаться по кругу.

Изготовьте из трех дощечек рулевую вилку. Укрепите ее на деревянной оси, поставьте на место колесо, пропустите через подшипники и отверстие в колесе коротенькую ось. В платформе просверлите отверстие и над ним приклейте стоечку с таким же сквозным отверстием. Наденьте на поворотную ось руля металлическую или пластмассовую шайбу, чтобы она уменьшала трение между вилкой и платформой. Наверху к вертикальной оси руля приделайте деревянную планку, назовем ее на морском языке румпелем. Концы румпеля должны растягиваться пружинками в противоположные стороны. Чтобы руль стоял в положении «прямо», нужно повернуть румпель, натянув пружинки, и застопорить одно из его плеч кусочком проволоки, который в нужный момент может сдвинуться и освободить конец румпеля. Тогда под действием двух пружин руль повернется, и аппарат пойдет по кругу.

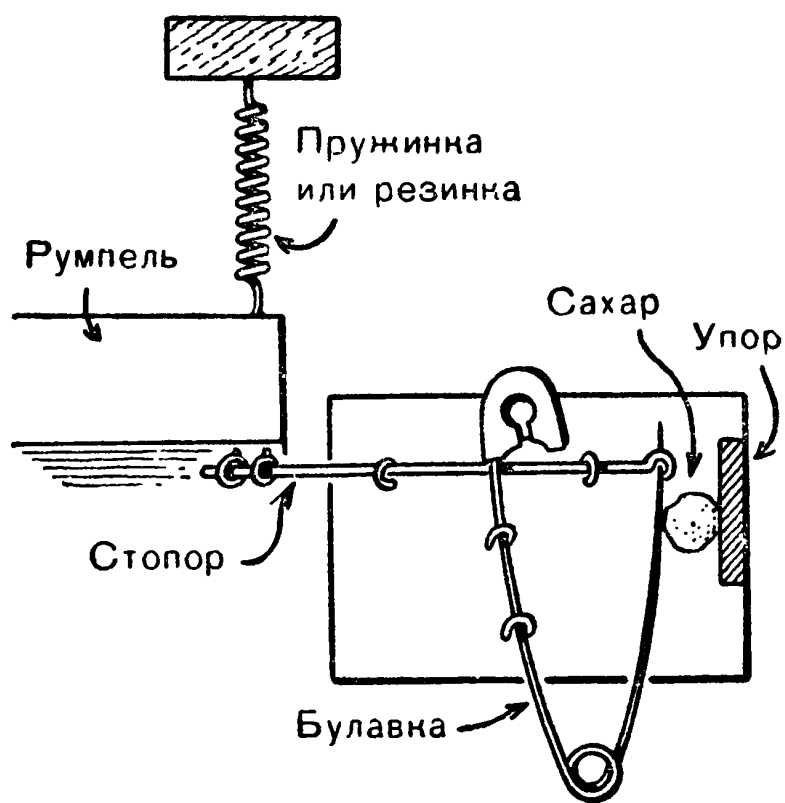
Теперь нужно поставить на платформу батарейку от карманного фонаря и произвести соединения электрической цепи.



Укрепите на платформе два контактных устройства, через которые электрический ток из батарейки может пройти в микроэлектродвигатель. Контактные устройства состоят из одной английской булавки и одного контакта каждое. В первом контактном устройстве, служащем для запуска двигателя, контакты состоят из согнутой латунной пластинки и ножки английской булавки. Булавку следует укрепить так, чтобы, когда она полностью открыта, ее ножка с острием касалась бы латунного контакта. Чуть сожмите булавку — контакт разомкнется. Проложите между ее ножкой и специальным упором маленький, величиной с горошину, кусочек сахара-рафинада. Английская булавка — отличная пружина. Она стремится полностью раскрыться, но ее от этого сейчас удерживает кусочек сахара. А если на этот кусочек капнуть воду, он моментально рассыплется, булавка раздвинется и замкнет контакты электрического двигателя. Второе контактное устройство будет служить для остановки двигателя. Капля воды, попавшая на другой кусочек сахара, раскрывает другую булавку, и она при этом размыкает контакты цепи питания двигателя.



Что же касается рулевого устройства, то около кусочка проволоки (стопора), удерживающего румпель от поворота, нужно закрепить еще одну английскую булавку и ее ножку — острый подвижной конец сцепить с петель-



кой на стопоре. «Водяной импульс» размочит кусочек рафинада, булавка раскроется, сдвинет стопор, и румпель под действием пружинок повернет руль.

Если вы захотите, можете сделать и другие устройства, работающие от посылаемого, в данном случае водяного сигнала, которым мы с вами заменили радиосигналы.

Конечно, это очень простые устройства, и они предназначены только для того, чтобы показать, как могут выполняться такие команды, как пуск, поворот, остановка. В данном случае три команды: три импульса — три исполнения.

Для новой демонстрации нашего устройства его исполнительные органы нужно вновь зарядить, подготовить к повторению всей программы.

При желании планетоход можно снабдить картонным корпусом, а в его крышку вставить трубочки, направленные на те места, куда должны попасть «водяные импульсы». И надписи около наружных концов трубочек «ход», «поворот», «стоп» покажут, куда какую команду подавать.

Несколько автоматических узлов

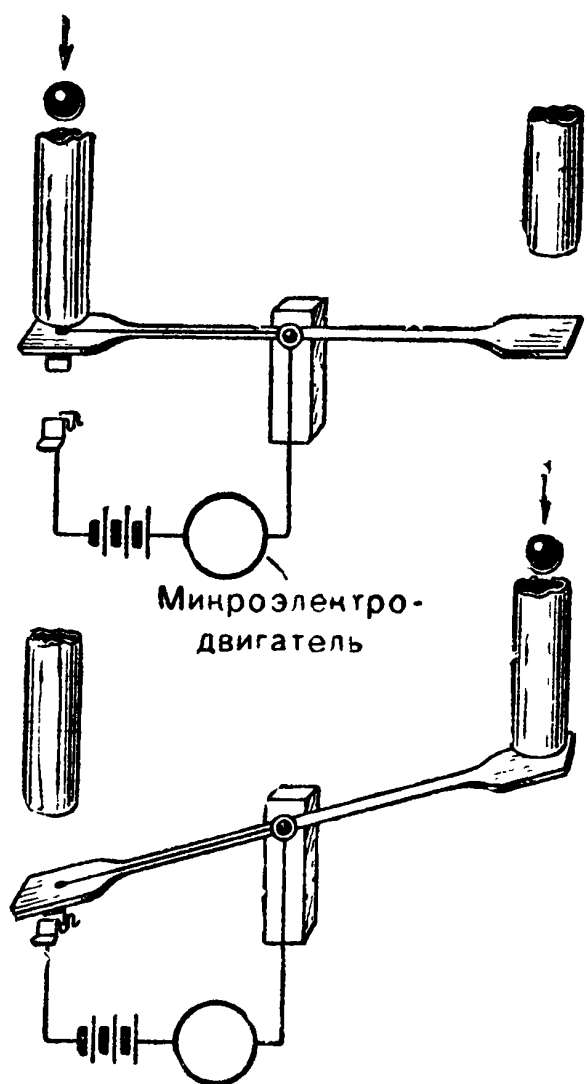
Если вас увлечет идея создания более совершенного управляемого на расстоянии планетохода, то для ее осуществления нужно познакомиться с некоторыми автоматическими узлами, которые заменят пружины — булавки. С этими узлами лучше всего поработать на маленьком стенде — небольшой гладкой доске, на которой их можно собрать, отрегулировать, а затем уже поставить на модель планетохода, которую вы сделаете.

Начнем с узла включения и выключения двигателя. Установите на стенде небольшую стоечку, а на ней маленькое коромысло, сделанное из деревянной палочки. Коромысло должно легко вращаться вокруг горизонтальной оси. На концах коромысла должны быть две лопаточки, а под одной из них медный контакт, прикрепленный перпендикулярно к лопаточке. Если опустить это плечо коромысла до самого низа, до дощечки, на которой оно смонтировано, его контакт должен войти в выемку второго контакта, сделанного в виде буквы «М»

из узкой латунной или медной полоски. Неподвижный контакт соедините с одним полюсом батарейки для карманного фонаря, а второй полюс через микродвигатель или лампочку присоедините к стойке коромысла. От стойки по плечу коромысла подведите провод к контакту, укрепленному под лопаточкой. Над лопаточками, когда коромысло расположено горизонтально, укрепите вертикально две трубки. Одна трубка должна доходить до лопатки с контактом, а конец второй должен быть на такой высоте, чтобы в него могла упереться лопатка второго плеча коромысла, когда коромысло повернуто и контакты другого плеча замкнуты. Вы уже, наверное, догадались, как будет работать наше устройство.

Нам понадобится шарик, стальной шарик от шарикового подшипника. Его размер и обусловит величину коромысла и диаметр трубок. Трубки служат для опускания в них в нужный момент шариков — командных импульсов.

Когда все будет подготовлено, провода присоединены к своим местам, можно приступить к испытанию нашего устройства. Коромысло должно стоять в исходном положении горизонтально. Бросьте в трубку, которая установлена над контактным концом коромысла, шарик. Ударившись в лопаточку, он двинет конец коромысла вниз, контакт замкнется и будет удерживаться благодаря пружинящим изгибам нижнего контакта, имеющего, как уже говорилось, форму М. Микродвигатель или лампочка включится. Теперь бросьте шарик в другую трубку. Контакты должны быть так отрегулированы, чтобы была и надежная электрическая цепь и чтобы они легко размыкались при ударе шарика о вторую лопатку. Шарик упал, коромысло повернулось, контакты

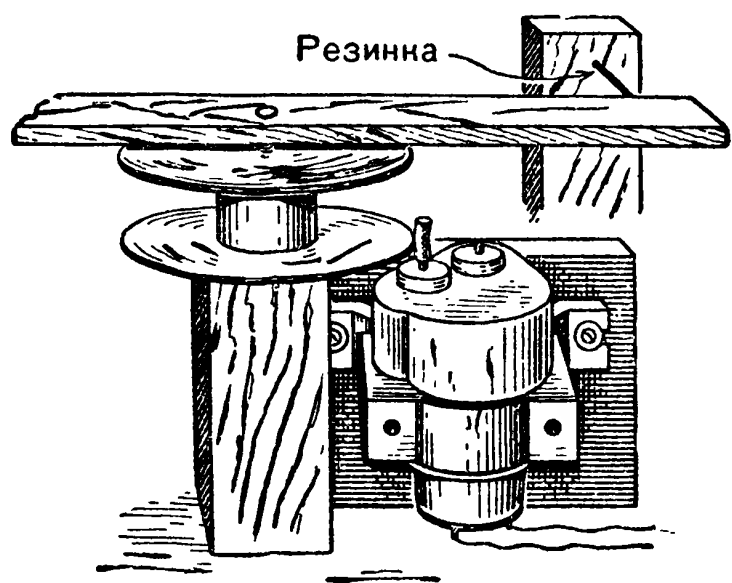


разомкнулись, двигатель остановился, а если была включена лампочка, то она погаснет.

Радиосигнал, который производит нужное включение или выключение через соответствующую аппаратуру, в нашем опыте заменен шариком.

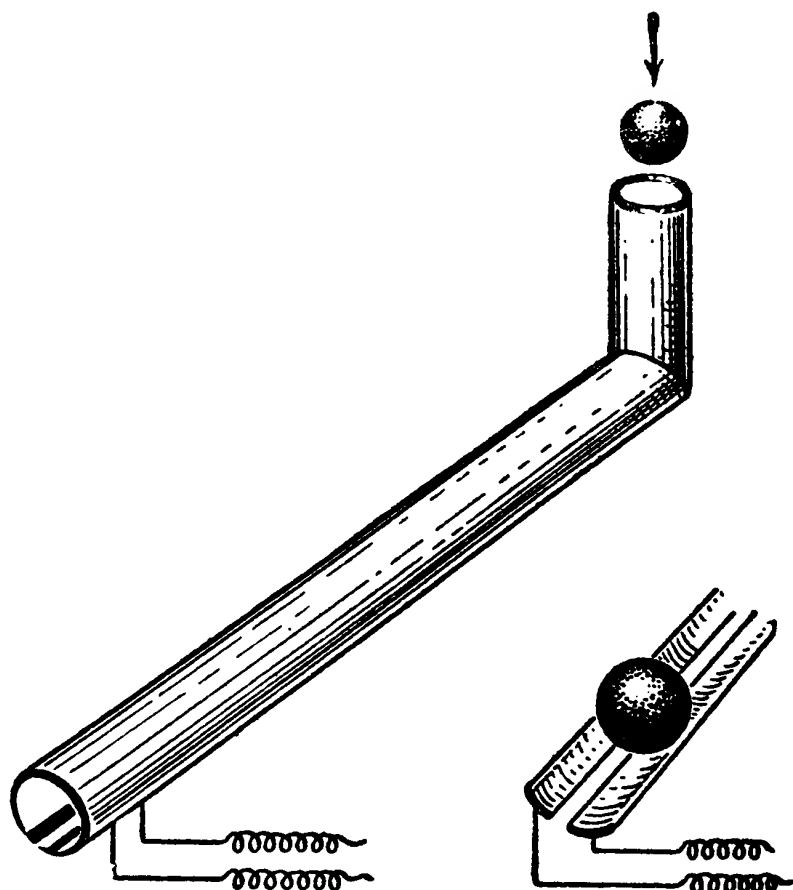
Для того чтобы коромысло вращалось достаточно легко и при этом не раскачивалось в стороны, на ось нужно надеть шайбочки (можно из пластмассы или сделанные из канцелярских кнопок, у которых спилены напильником острые концы, а круглым надфилем проделаны отверстия соответствующего диаметра).

Теперь перейдем к изготовлению поворотного устройства. Его тоже нужно собрать на стенде. Доску нашего стенда поставьте на две подставки высотой в несколько сантиметров, просверлите в доске отверстие, в которое должна быть вставлена круглая деревянная палочка диаметром 6—7 миллиметров. Вырежьте из толстой доски кусочек толщиной 2—3 сантиметра. Перед тем как вы его отпилите, просверлите в нем отверстие того же диаметра, какое вы просверлили в доске стенда. Приклейте к стенду этот кусочек — отверстия должны совпасть. Для этого воспользуйтесь круглой палочкой, вставив ее в оба отверстия. Конечно, надо позаботиться, чтобы она не приклеилась и не застряла в отверстиях, в которые вставлена. Эта палочка будет осью будущего руля планетохода. Когда клей высохнет, вставьте ось руля в отверстие и укрепите на ней пластмассовую катушку из-под любительской киноплёнки. Конец оси должен немного выступать над катушкой и к нему надо приделать планочку длиной примерно 10 сантиметров.



К концам планочки, румпеля, приделайте две не очень сильные резинки. Другие концы резинок укрепите на некотором расстоянии от румпеля, привязав их к приклеенным к доске стенда стойкам. Ось должна свободно вращаться в своем подшипнике, а резинки должны при каждом повороте (но не больше чем на 40 градусов) возвращать ее

в первоначальное положение. Укрепите около катушки микроэлектродвигатель с редуктором. Ось его должна быть расположена вертикально, прижимаясь концом с надетым на него кусочком ниппельной резинки к бортику пластмассовой катушки. При подключении к двигателю батарейки катушка начнет вращаться. Одна из резинок натянется, а другая ослабнет. Двигатель



должен выключаться, как только катушка повернулась на 40 градусов, после этого она вернется благодаря резинке в прежнее положение. Вместо планочки, румпеля с резинками можно укрепить на оси спиральную пружинку, которая будет возвращать катушку в первоначальное положение. Для чего это нужно? Когда вы едете на велосипеде и хотите повернуть в сторону, вы поворачиваете руль, а затем ставите руль опять в положение «прямо», конечно, если вы не захотите описывать круги на одном месте. Так же и здесь после окончания поворота нужно поставить руль в положение «прямо».

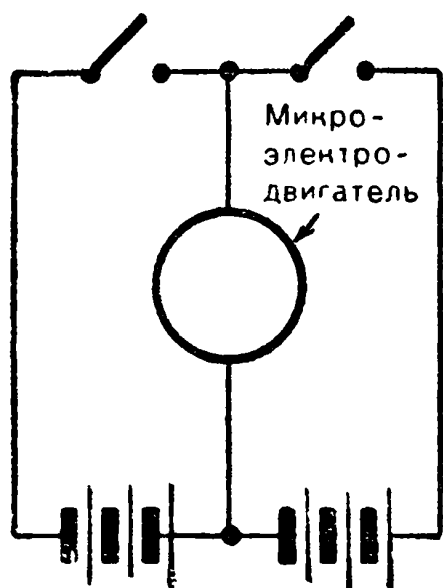
Приступим к изготовлению контактного включателя. Он даст нам возможность поворачивать аппарат в нужную сторону. Команда будет осуществляться «импульсами», в роли которых будут шарики.

Секрет контактного включателя заключается в том, что он работает только тогда, когда по трубке длиной 10—15 сантиметров катится шарик. За эти несколько секунд должен произойти поворот руля. Трубку, по которой будет катиться стальной шарик, склейте из тонкого картона. Диаметр трубки должен быть на 2—3 миллиметра больше диаметра шарика. Подбираете такого же диаметра, как и трубка, цилиндрический стержень. Это будет шаблон. Сгибаете по шаблону картон, чтобы получилась трубка, отмечаете карандашом место будущей

склейки, отрезаете лишнее и разворачиваете трубку. Затем вырезаете из станиоля (например, от упаковки чая) две узкие полоски и приклеиваете их к распрямленной заготовке трубки. Перед приклеиванием под каждую полоску подложите тонкую медную или латунную пластинку с припаянным к ней кусочком медной проволоки. Станиолевые полоски наклеиваются с зазором в два миллиметра между ними; когда будет свернута трубка, другие стороны этих полосок не должны смыкаться. Сверните на шаблоне трубку и склейте ее. Трубка монтируется горизонтально с очень небольшим наклоном. Перпендикулярно к немного приподнятому концу трубки нужно приделать другую трубку такого же диаметра, но без станиолевых наклеек. Получится «колено». Брошенный в это колено стальной шарик упадет на станиолевые контакты, замкнет электрическую цепь и покатится. Цепь будет замкнута до тех пор, пока шарик не выскочит из второго, свободного конца трубки. Тогда цепь разорвется. Таких трубок с коленом должно быть две. Одна для осуществления правого поворота планетохода, другая — левого.

На чертеже показано, как нужно соединить провода. Когда планетоход во время движения нужно повернуть направо, вы бросаете шарик-импульс в одно колено, шарик замыкает станиолевые контакты и катится по ним. Микроэлектродвигатель включился и начал поворот руля. Планетоход идет вправо. Как только шарик выкатится наружу, двигатель руля остановится, руль под действием резинок вернется в прежнее положение, и планетоход после поворота пойдет прямо до следующей команды. Когда вы захотите повернуть планетоход на-

лево, опускаете шарик в левую трубку. Опять замыкаются контакты, включается вторая батарейка, и на контакты двигателя руля попадает ток уже в другом направлении, потому что изменилась полярность. Двигатель теперь вращается в другую сторону, и руль поворачивается влево. Из схемы видно, что для управления рулем на планетоходе нужно установить две батарейки от карманного фонарика. На стенде



отрегулируйте рулевое устройство. Натяжение резинок должно быть очень слабым, чтобы микроэлектродвигатель легко его преодолевал. Продолжительность включения двигателя можно регулировать, подкладывая в выходную часть трубки кусочек бумажки или изменяя наклон трубки, по которой катится шарик.

Когда на стенде все будет хорошо отрегулировано, можно приступить к изготовлению и самого планетохода. Когда планетоход будет уже собран, может понадобиться дополнительная регулировка. Например, окажется, что одного микродвигателя недостаточно, тогда придется поставить второй. Конечно, настоящие конструкторы делают расчеты и чертежи заранее, строят опытный образец и на нем уже проверяют, все ли учтено и предусмотрено. А нам с вами приходится довольствоваться теми материалами, которые есть под рукой, и добиваться поставленной цели опытным путем.

Модель более сложного планетохода

Этот планетоход сделайте на шести колесах. Для колес используйте пустые пластмассовые катушки от любительской киноплёнки. Два колеса, посаженные вместе на одну ось, будут ведущими, два колеса рулевыми, а два промежуточных свободными. В случае если ваш микроэлектродвигатель окажется слишком слабым, можно будет на эти промежуточные колеса поставить еще один двигатель.

Ведущая ось с колесами присоединяется к двигателю через червячную передачу, как и в предыдущей модели. Если не найдете червячного винта, то используйте одну из маленьких шестеренок старого ненужного будильника. Микроэлектродвигатель должен быть со встроенным в него редуктором. Двигатель нужно монтировать на кронштейне, который может поворачиваться и закрепляться. Это облегчит регулировку зацепления «червяка» на оси двигателя с шестерней ведущих колес.

Для рулевых колес нужно сделать поворотную каретку из планки и кусочков фанеры, в ней установить ось с колесами. К середине планки каретки прикрепить ось руля. Она вставляется в отверстие платформы. Сверху на платформе должна находиться приклеенная к ней

деревянная втулка, а над втулкой укрепите поворотное колесо и румпель, которые вы уже сделали и отрегулировали на стенде.

На платформе сверху расположите и закрепите батарейки, трубки с контактами. Соедините проводами батарейки через контакты с микроэлектродвигателями. Когда все будет готово, опробуйте работу планетохода. Поставьте его на пол и, взяв в руку стальной шарик, опустите его в трубку «ход». Контакты замкнутся, и планетоход начнет свое путешествие по полу. Сразу проверьте, как он реагирует на команду «стоп». Достаточно ли усилия падающего шарика на плечо коромысла, чтобы разомкнуть контакты и остановить двигатель. Если все в порядке, запустите двигатель вторично и, действуя рулем, посылая в рулевые контакты шарики-импульсы, ведите планетоход по комнате, не дотрагиваясь до него руками. Если у вас получилась не очень тяжелая конструкция и двигатель или два двигателя хорошо «тянут», то можно перенести испытания и на открытый воздух.

Вы можете сделать корпус из картона, сверху сделать отверстия для подачи импульсов и надписать, какая команда через это отверстие должна подаваться.

Спереди у планетохода можно укрепить стержень, который остановит двигатель, если планетоход упрется в не проходимое для него препятствие. Можно сделать и так, что планетоход, наткнувшись на препятствие, пойдет назад.

Подумайте, что для этого надо сделать. Ключ к решению этой задачи в механизме управления поворотами.

Грунт с другой планеты

На Луну посылались советские автоматические станции за пробой лунного грунта. Буры специальной конструкции углублялись в лунную поверхность и брали грунт. Затем лунный грунт доставлялся на Землю, а в лабораториях наши ученые исследовали его.

На Луне грунт может быть только сухой — твердый или сыпучий. Но на тех планетах, где есть и атмосфера и вода, можно встретиться с грунтом самого разнообразного вида. Очевидно, и приборы для взятия разного по

своим физическим качествам грунта должны быть разные.

Предположим, что нам поручено разработать устройство, которое сможет взять твердый, но податливый для бура или просто сыпучий грунт на Марсе или Венере.

Нам предстоит сконструировать действующую модель такого устройства.

Какой она должна быть?

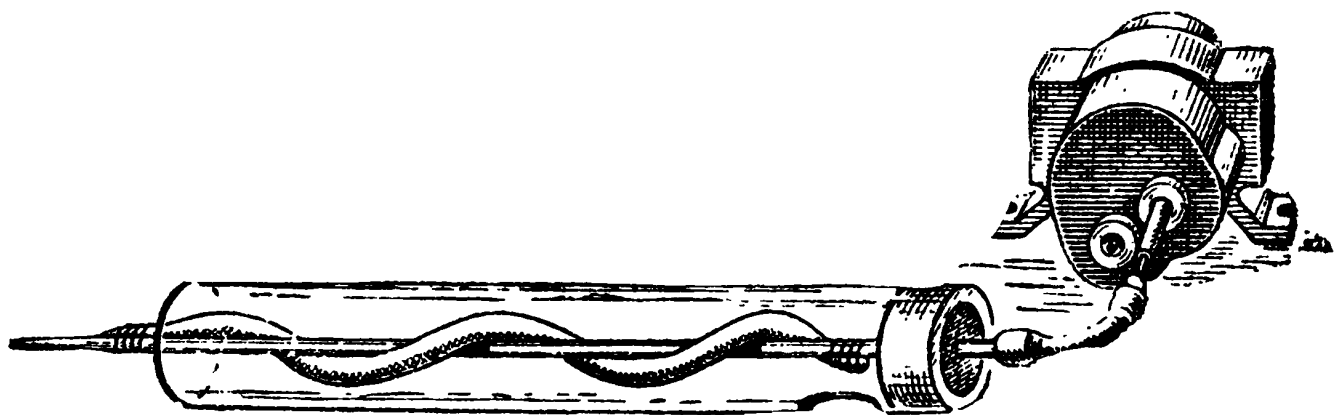
Очевидно, самым подходящим будет устройство, которое называют «винт Архимеда». С этим винтом вы хорошо знакомы. Когда вы дома разбираете мясорубку, вы держите в руке массивный витой вал — это и есть винт Архимеда. Назначение этого вала двигать к ножам мясорубки те куски мяса, которые вы накладываете в приемное отверстие.

Винт Архимеда широко используется как транспортер для передвижения сыпучих и тестообразных веществ. Даже существуют насосы, которые с помощью такого винта поднимают воду.

В нашей модели мы тоже используем винт Архимеда. Но это будет модель, работающая без нагрузки. Сделать модель, которая могла бы по-настоящему брать пробу, ну хотя бы песка, нам не позволит мощность микроэлектродвигателя.

Сначала нужно достать корпус для нашего прибора — прозрачную пластмассовую трубку диаметром 2—3 сантиметра. В такой трубке будет хорошо видно, как в ней вращается винт. В один конец трубки нужно вставить деревянную пробку с отверстием в центре. Около пробки в трубке тоже должно быть сделано отверстие для высыпания в бункер добытого грунта.

Теперь приступим к изготовлению винта. Возьмите тонкую деревянную палочку диаметром 4—5 миллимет-



ров (для нашей цели подойдет ненужная кисточка для рисования) и резиновую трубку с наружным диаметром 5—6 миллиметров. Длина палочки должна быть больше длины корпуса прибора на пять сантиметров. Заострите один конец палочки и крепко привяжите к нему, немного отступя от конца, срезанный наискось конец резиновой трубки. Хорошо обмотайте место соединения ниткой, добившись плавного перехода от острия палочки к поверхности трубки. Затем намотайте трубку на палочку, не доходя до ее другого конца на 3—4 сантиметра. При наматывании делайте большие расстояния между витками, наматывайте свободно, чтобы трубка не сминалась. Закрепите второй конец трубки, крепко примотав его нитками к палочке.

У вас получился винт Архимеда. Правда, обычно он делается не так. Настоящий винт Архимеда представляет собой плоскую металлическую ленту, навитую ребром на вал. Мы же заменили ее трубкой. Теперь вставим вал-винт в пластмассовый корпус, продев тупой конец палочки (валика нашего винта) в отверстие деревянной пробки, и присоединим к нему микроэлектродвигатель.

Конец валика должен выступать из пробки на два сантиметра. На него нужно надеть кусочек резиновой трубки, из которой сделана спираль. К свободному концу трубки присоедините через переходную муфту (кусочек палочки с концами разной толщины) ниппельную трубочку, надетую на ось редуктора электродвигателя. Получилось гибкое соединение. Оно дает возможность ставить наш двигатель под некоторым углом к оси винта.

Укрепите корпус нашего прибора на подставке или кронштейне и присоедините к двигателю батарейку. Винт начнет вращаться. Посмотрите, в какую сторону он вращается. Углубляясь в воображаемый грунт, винт должен гнать его к выходному отверстию у пробки и высыпать в бункер.

А теперь вы сами можете разработать систему пуска и остановки двигателя; можете разработать систему поворота корпуса с винтом в нужном направлении. Для этого используйте те устройства, с которыми вы познакомились, когда имели дело с моделями планетоходов.

КОСМИЧЕСКИЕ ФАНТАЗИИ

Фантазии с фотоаппаратом в руках

Всем художникам, которые рисуют на космические темы, приходится полагаться на фантазию. И только один человек может рисовать на темы космоса, не фантазируя, не придумывая, а изображая то, что видел сам,— это летчик-космонавт, дважды Герой Советского Союза Алексей Архипович Леонов. Он побывал в космосе не один раз и наблюдал и звезды, и Луну, и Солнце, и нашу родную Землю не только в иллюминатор космического корабля, но и во время выхода из корабля в открытый космос. А. А. Леонов любит рисовать и посвящает свободное время изобразительному искусству.

Многие художники фантазируют сейчас на космические темы, пишут картины, делают иллюстрации, посвященные победе человека над космическим пространством. Много рисунков и живописных композиций о космосе выполнили художник Н. М. Кольчицкий и доктор технических наук Г. И. Покровский для журнала «Техника — молодежи».

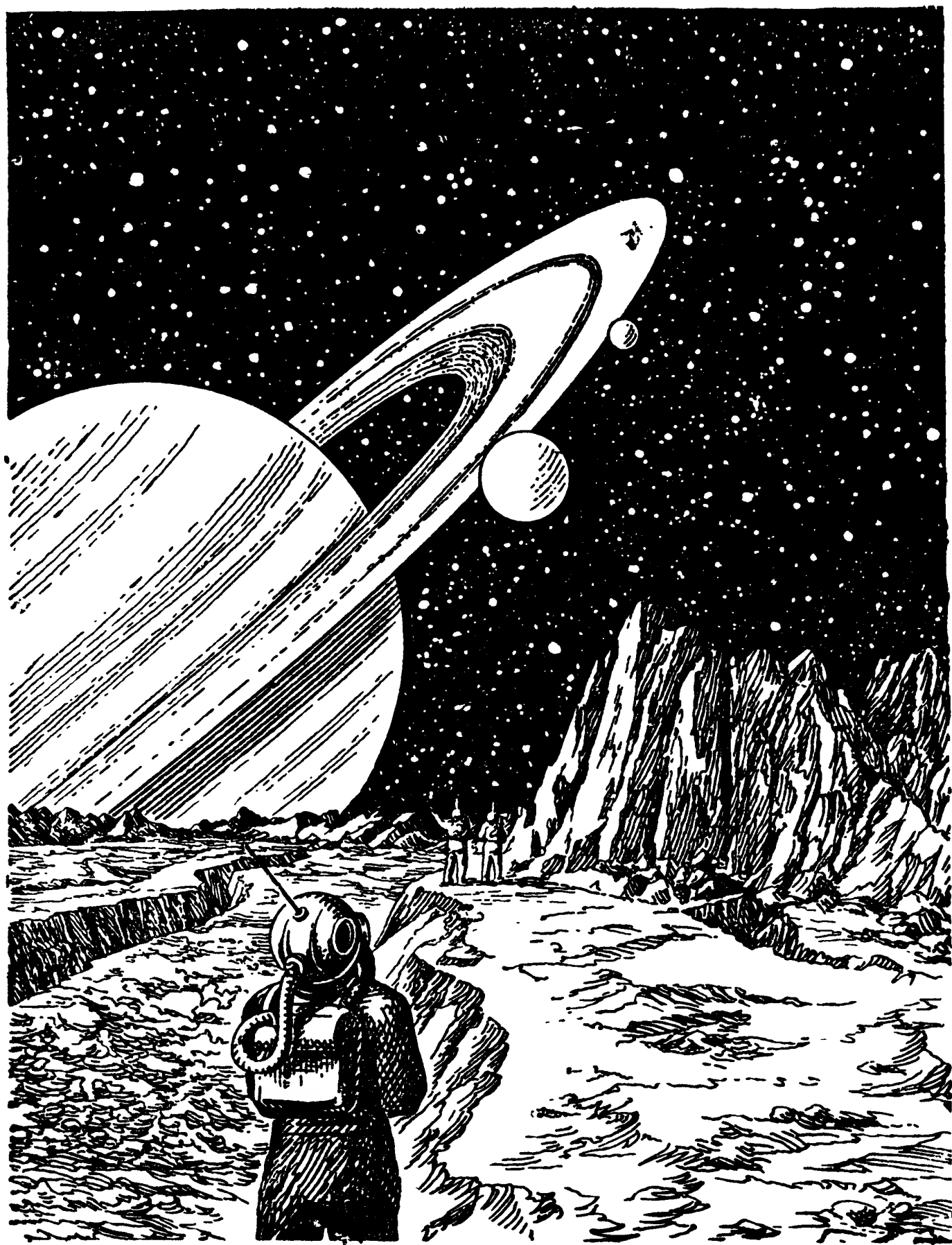
Может быть, и у вас появится желание пофантазировать, помечтать о космосе с пером или кистью в руке. Тем немало: можно рисовать далекие миры, путешествия и приключения на загадочных планетах.

Но творчески пофантазировать о космосе можно и другим способом — с помощью фотоаппарата. И если добиться большого мастерства, тогда ваши снимки фантастических сюжетов будут выглядеть как сделанные с настоящей натуры.

Во время работы с фотоаппаратом каждому из вас, возможно, придется стать и киносценаристом, и режиссером, и декоратором, и оператором одновременно. Но пусть это вас не пугает — вся работа вам по силам. Очень важно иметь хороший фотоаппарат, который мог бы снимать и на близком расстоянии (для этого существуют добавочные кольца). Если фотоаппарата у вас нет, надо договориться с товарищем, который его имеет.

Итак, в чем будет заключаться наша работа?

Если речь идет о создании своего произведения, то прежде всего нужно написать сценарий, последовательно и очень сжато изложить все, что вы хотите показать.



Затем нужно разбить написанный сценарий на отдельные кадры, соблюдая определенную последовательность событий. Когда станет известно, что будет изображать каждый кадр, на листе бумаги начертите четырехугольники размером 9×12 сантиметров, пронумеруйте их и согласно сценарию нарисуйте в них схематично то, что хотите снять.

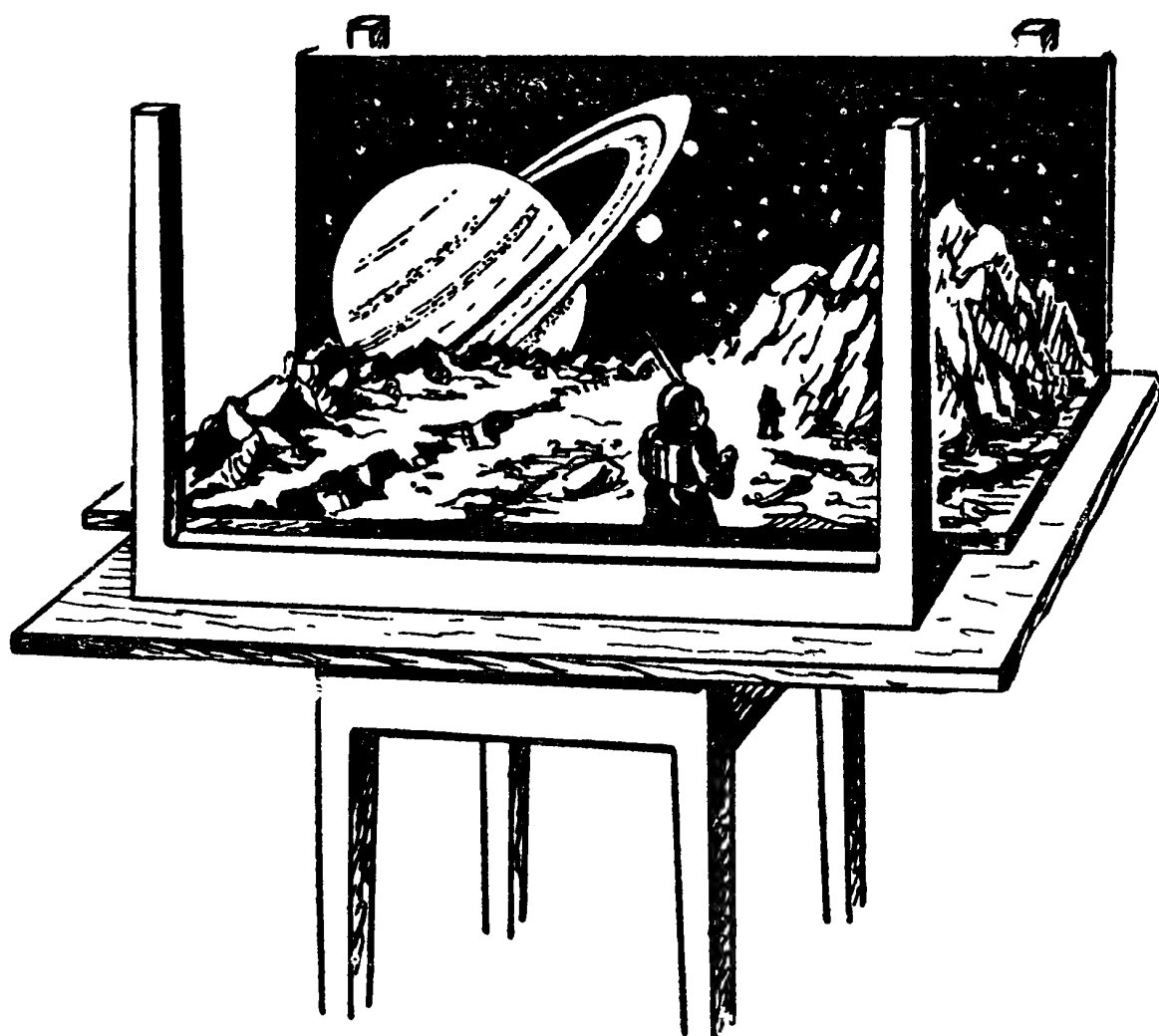
Предположим, это будет эпизод высадки экспедиции на спутнике Сатурна. Спутники у этой планеты очень

небольшие, атмосферы на них нет. Члены экспедиции одеты в скафандры, берут образцы грунта, наблюдают поверхность восходящего из-за горизонта Сатурна. Вот такой кадр нам нужно создать. Следует сделать макет этого кадра, а потом его сфотографировать.

Если вы будете делать черно-белый снимок, то совсем не обязательно соблюдать цветовые соотношения. Важно, чтобы при хорошем освещении четко выделялись темные предметы на светлом фоне, а светлые на темном. Они должны сочетаться с фоном. Композиция кадра должна быть хорошо продумана, предметы и фигуры людей расположены в различных плоскостях.

Макеты космических декораций

Для удобства работы нужно сделать «сценическую площадку», которая могла бы разместиться, например, на табуретке. Для сценической площадки можно использовать перевернутый набок ящик или еще лучше перевернутый вверх ножками маленький столик. Ножки могут служить для закрепления декораций. Между ножками положите ровную доску — это и будет сценическая

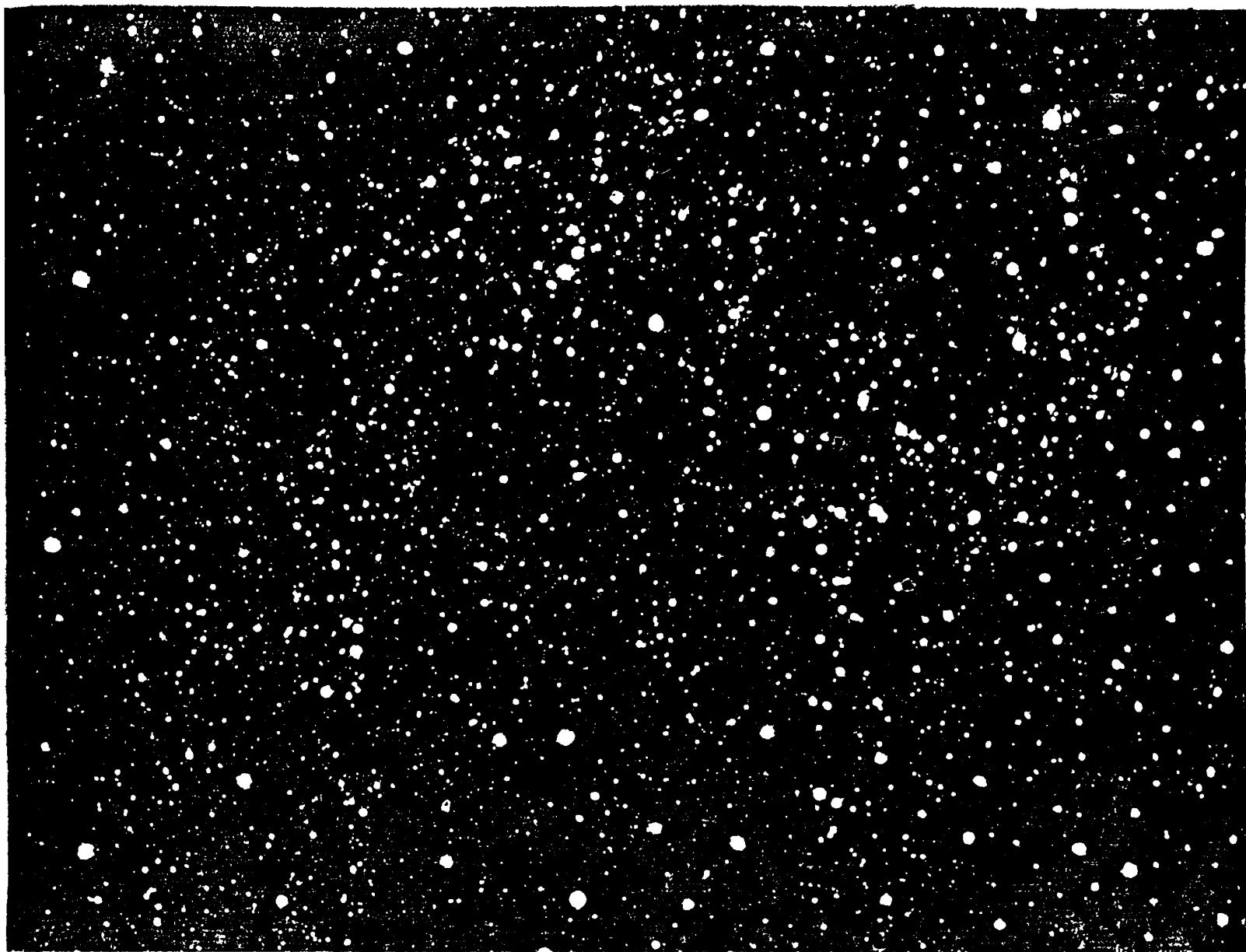


площадка. Начнем с фона. Если это будет звездное небо, то его легко сделать, даже совсем не умея рисовать. Нужно наклеить белую бумагу на картон. Клеить лучше всего резиновым клеем, а сушить под прессом. Затем нужно покрасить бумагу в черный цвет. Можно, конечно, использовать черную бумагу, но только не глянцевую, чтобы она не блестела. Разведите на блюде белила (гуашь) и, обмакнув в них крупную кисть (желательно щетинную, которая употребляется для живописи маслом) и стряхнув с нее лишнюю краску, начните понемногу брызгать на черную бумагу, проводя кистью по ножу или по стальной линейке. Но сначала потренируйтесь на отдельном кусочке черной бумаги. Брызги, ложась на бумагу, образуют россыпь звезд. Некоторые капельки крупнее, некоторые очень мелкие, и получается полное впечатление звездного неба. Когда закончите «создавать» звездное небо, наклейте на картон другую бумагу и нарисуйте акварелью Сатурн с его кольцами. Дайте рисунку высохнуть, аккуратно вырежьте Сатурн и расположите его на картоне, на котором вы создали звездное небо. Планету слегка закрепите, чтобы потом ее можно было убрать или передвинуть. Поверхность спутника Сатурна можно создать из глины, камней и осколков кирпича и песка. Приложите старание, и они будут выглядеть как настоящие скалы, расщелины, потрескавшийся грунт.

Если у вас в каком-нибудь кадре будет фигурировать космический корабль, то он может и не иметь обтекаемую форму, какую имеет ракетоноситель на Земле. Для старта со спутника, лишенного атмосферы из-за его небольших размеров, обтекаемая форма космического корабля не нужна. Для изготовления такого корабля можно использовать разные небольшие предметы правильной геометрической формы. Параболическую антенну для связи с Землей изготовьте из проволоки.

Фигурки космонавтов вылепите из пластилина. Когда все будет сделано и расставлено, хорошо осветите макет. Постарайтесь, чтобы на звездном небе не было бликов, а на фон не падали тени от скал и фигур космонавтов.

Теперь сделайте пробный снимок. По пробному снимку учтите недостатки, чтобы их не повторить в дальнейшем. Окончательный снимок может выглядеть на-



столько естественным, как будто он сделан не с маленького макета, а с натуры.

В журнале «Техника — молодежи» в 1956 году был опубликован снимок Луны «с птичьего полета». Тогда еще наши космические корабли к Луне не летали, и читатели понимали, что это фотография не Луны, хотя она и очень напоминала лунную поверхность с ее кольцевыми горами. Но никто, конечно, не догадался, что лунная поверхность сделана из муки.

Можно создать и диапозитивный фильм и показывать его на экране с помощью диапроектора. Такой фильм снимается на диапозитивной пленке. Кадры иногда можно чередовать надписями, сделанными на черном фоне белыми буквами, а затем заснятыми на ту же пленку. Надписи должны быть короткими.

Если понадобится сделать некоторые кадры с людьми, показанными крупным планом, подберите среди знакомых «актера» и сфотографируйте его. Можно применить и метод фотомонтажа. Нужный фон снять отдельно

на обычную пленку. А затем сфотографировать людей в соответствующем положении и в нужных костюмах. (Размер можно отрегулировать при печатании снимков.) Кое-что на отпечатке снимка можно будет подрисовать. Потом фигуры вырежьте и наклейте на фотографию фона и все переснимите. Если вы делаете диапозитивный фильм, то фотографировать можно прямо на пленку, но заранее рассчитав последовательность кадров. Метод фотомонтажа широко применяется художниками, создающими очень выразительные плакаты.

Создавая такие диапозитивные фильмы или хотя бы альбом, вы сделаете первые шаги в настоящее творчество и получите большое удовлетворение. Фотографировать научиться не трудно, а изготовление декораций, костюмов, различного реквизита тоже по вашим силам. Конечно, такие постановки лучше делать коллективно. Фантазируя и воплощая свои фантазии, вы как бы становитесь участником путешествий к далеким мирам.

На этом мы закончим наше первое знакомство с самодельными приборами, аппаратами, с управлением самодвижущимися автоматами, которые имеют отношение к космосу.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>От автора</i>	3
ОПЫТЫ С АТМОСФЕРОЙ И ПУСТОТОЙ	5
ОПЫТЫ С НЕВЕСОМОСТЬЮ	22
ОПЫТЫ С ТЕПЛОТОЙ	36
ОПЫТЫ С ЗАКОНАМИ ДВИЖЕНИЯ	52
ОПЫТЫ С РЕАКТИВНЫМ ДВИЖЕНИЕМ	68
ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ — КОСМИЧЕСКИЙ ВОЛЧОК	85
СКВОЗЬ БЕЗДНУ ПРОСТРАНСТВА И ВРЕМЕНИ	100
ОПЫТЫ В ВОЗДУХЕ	125
ПЛАНЕТОХОДЫ НА ВАШЕМ СТЕНДЕ	138
КОСМИЧЕСКИЕ ФАНТАЗИИ	153

ДЛЯ СРЕДНЕГО И СТАРШЕГО ВОЗРАСТА

Флорентий Владимирович Рабиза

КОСМОС У ТЕБЯ ДОМА

ИБ № 1244

Ответственный редактор Г. А. Иванова. Художественный редактор В. А. Горячева. Технический редактор Т. Д. Юрханова. Корректоры К. И. Каревская и Н. Е. Кошелева. Сдано в набор 15/IX 1977 г. Подписано к печати 17/III 1978 г. А00361. Формат 84×108^{1/32}. Бум. типогр. № 1 Шрифт лат. Печать высок. Усл. печ. л 8,4. Уч.-изд л. 7,91. Тираж 100 000 экз. Заказ № 1802. Цена 40 коп. Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Детская литература». Москва, Центр, М. Черкасский пер., 1. Ордена Трудового Красного Знамени фабрика «Детская книга» № 1 Росглавполиграфпрома Государственного комитета Совета Министров РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли Москва, Сущевский вал, 49.

К читателям

Отзывы об этой книге издательство

просит присылать по адресу:

Москва, 125047, ул. Горького, 43.

Дом детской книги.

Рабиза Ф. В.

Р12 Космос у тебя дома: Научно-популярная литература. Рис. Г. Соболевского.— М.: Дет. лит., 1978. — 159 с. с ил. (Библиотечка пионера «Знай и умей»).

В пер.: 40 к.

В книге рассказывается о том, как можно дома из подручных материалов построить модели и приборы и проделать с ними занимательные опыты, которые познакомят с некоторыми явлениями, происходящими в космическом пространстве или связанными с освоением космоса.

Р $\frac{70803-255}{M101(03)78}$ 434—78

6Т6